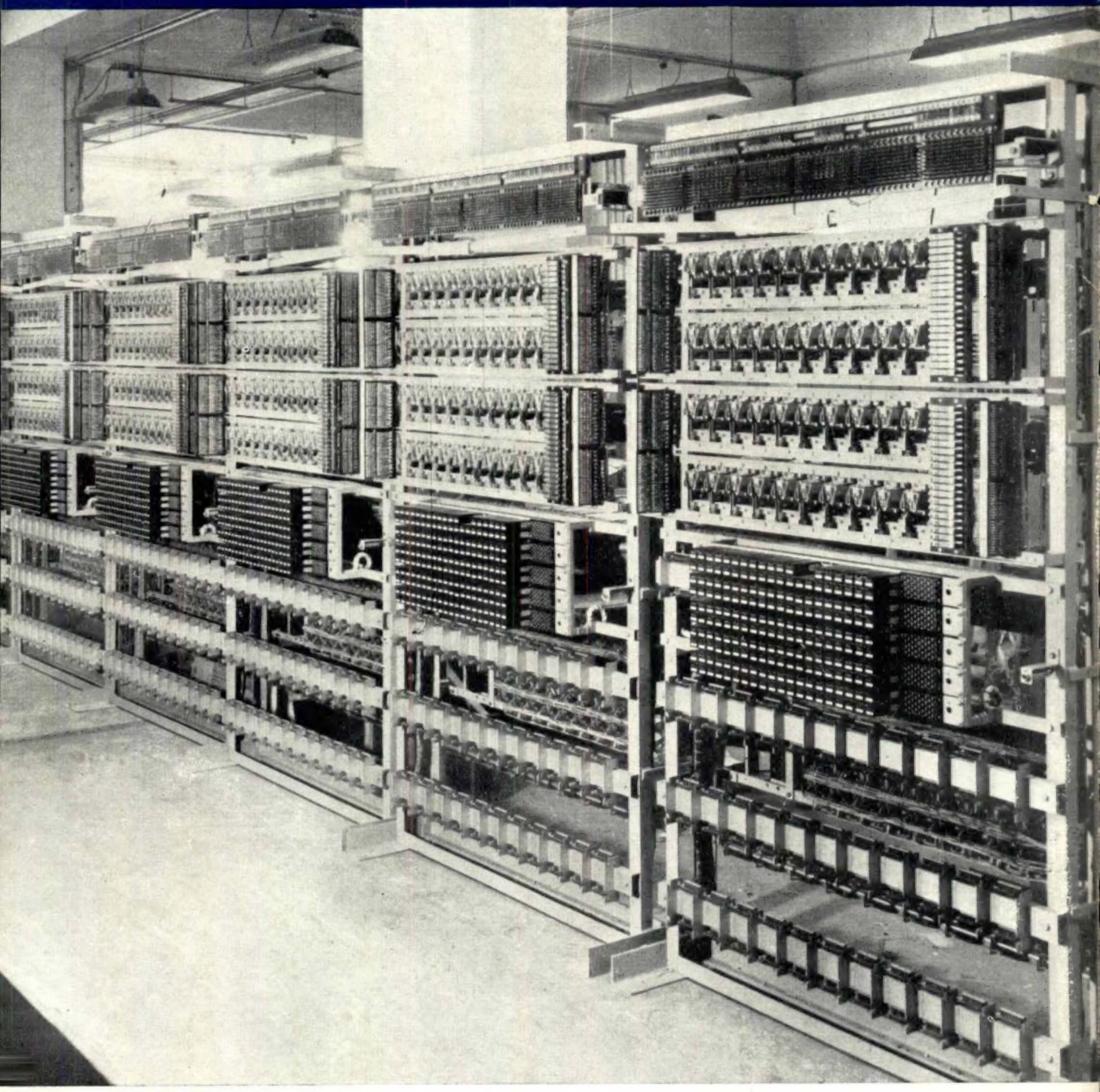
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I. S. T.

N.º 268-JANEIRO-1957

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

CAVAN

SOCIEDADE
PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA
LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA
ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42
TELEF. 47812-50129
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXI - N.º 268 Janeiro de 1957

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR

JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO

ADMINISTRADOR

CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

SECRETÁRIO

RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

REDACTORES

JORGE AZEVEDO CIFRIANO

JOÃO CARLOS DA MAIA NOGUEIRA

MANUEL VAN'HOFF RIBEIRO

ORLANDO D'ALMEIDA PEREIRA

★

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	60$00	110$00

★

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

★

COMPOSTO E IMPRESSO

NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103

LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Fabricação Nacional de Estações Telefónicas Automáticas. Linha de montagem de Bastidores para Estações Automáticas Terminais, tipo ATU-54 (capacidade 384 linhas de rede, 18 linhas de junção de entrada, 12 linhas de junção de saída e 18 circuitos de cordão) para a Administração dos C. T. T. Fábrica da Standard Eléctrica em Lisboa.

Págs.

As Cadeiras Preparatórias

Pelo Prof. A. Herculano de Carvalho 213

Cálculo das variações de temperatura em barragens de betão

Pelo Eng.º António Ferreira da Silveira 217

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 230

Potência de expoente fraccionário (Um apontamento)

Pelo Eng.º Manuel Frias de Almeida e Sá 231

A radiestesia na prospecção de águas subterrâneas — Uma prática de larga mas injustificada aplicação

Pelo Eng.º Pedro Lopes Paradela 233

Lógica simbólica

Pelo Eng.º António Gouvêa Portela 256

Do Mundo Técnico 267

Biblioteca 279

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SAO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

Pág.

A

Agência Comercial, Ltd.ª XXXII
Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª X
Alfredo Alves XXIX
António Baró XXXIV
Azevedo & Pessi, Ltd.ª XXX

B

Blackwood Hodge IV
Bouhon & Irmão, Ltd.ª XXXIV

C

Canelas & Figueiredo, Ltd.ª XV
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VI
Companhia Portuguesa dos Petróleos BP XVIII
Companhia União Fabril XXII
Construções Técnicas, Ltd.ª IX
C. Santos, Ltd.ª . . . . . V e XXV

E

Edmond Dardel II
Electro-Arco, Ltd.ª . . . . . 2.ª da capa
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XIII
Empresa Electro Cerâmica VI
Empresa de Produtos Asfálticos . . . XXXIV
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
ENAE XIX
Eng.º Augusto Cavaco XXVII
Estabelecimentos Herold, Ltd.ª . . . XXVIII

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXVI
Fábrica Portugal XXXIII

G

Guedes & Santos Silva, Ltd. XXXII

Pág.

H

Heliaço, Lda. XIII
Henriques & Castro, Ltd.ª IX
H. Vaultier & C.ª XX

I

INEL XXI
IST XXXV

J

Jayme da Costa, Lda. XXIII

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XI

M

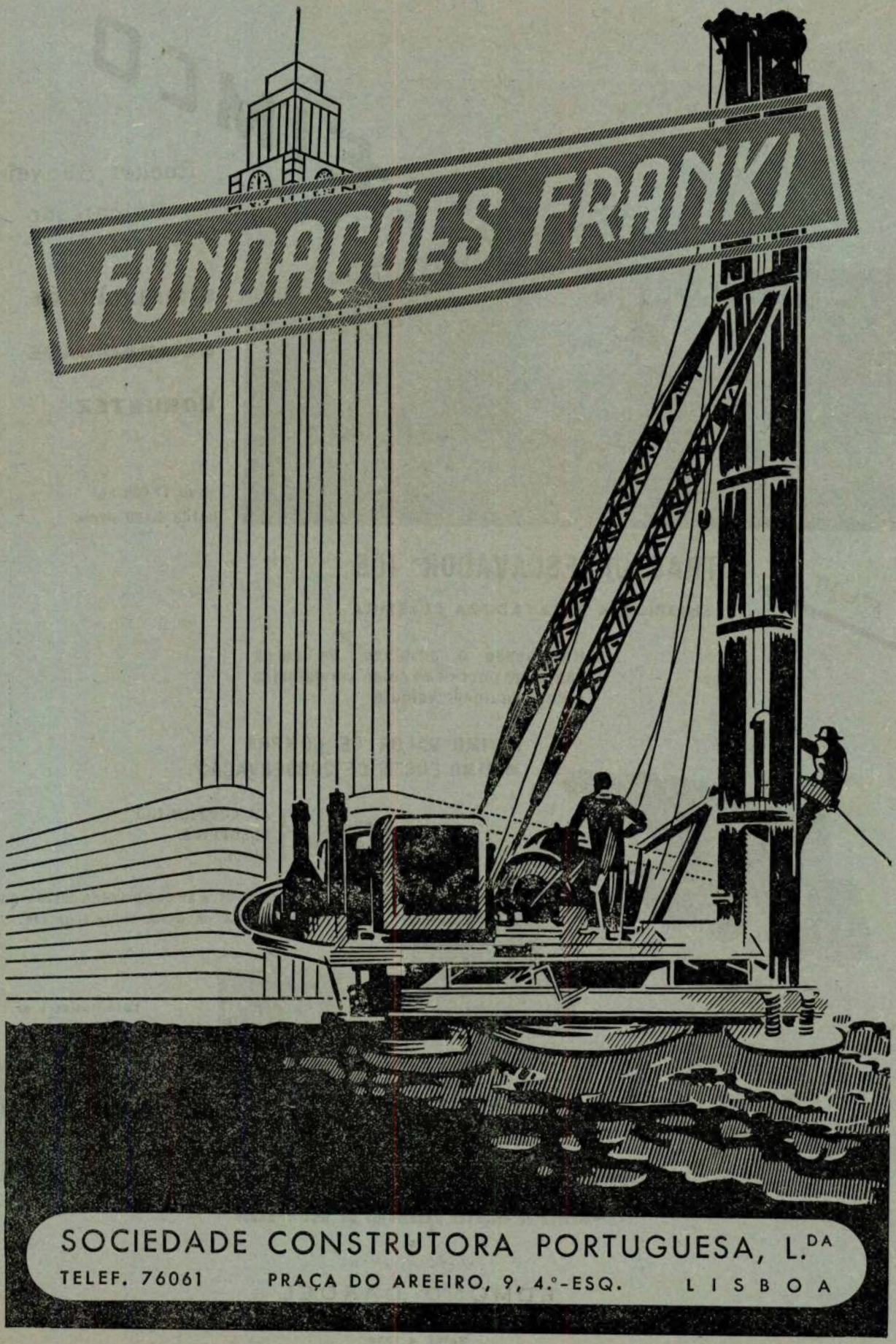
Mabor XXXV
Manil XXVII
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XXX
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . . VIII e XXX

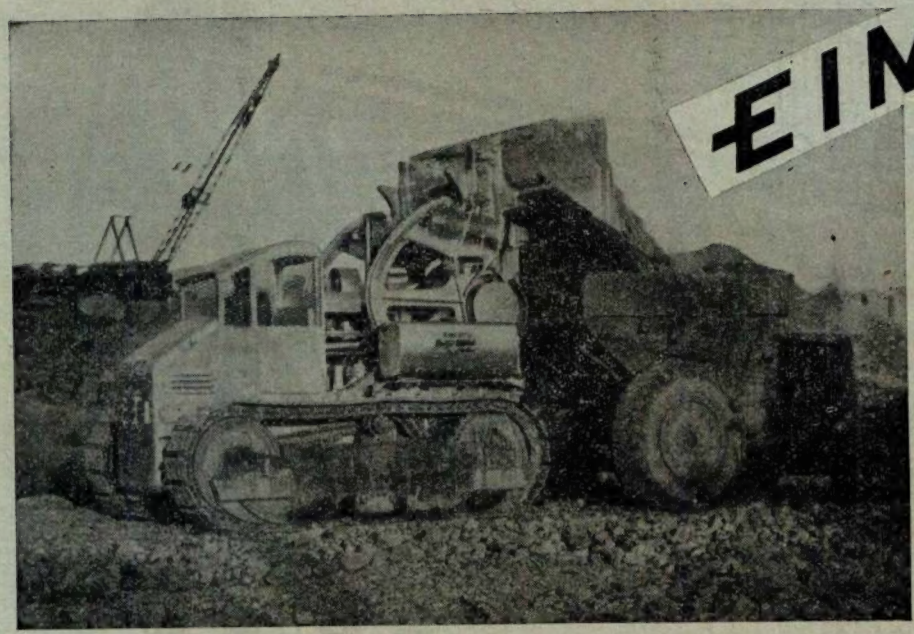
P

Papelaria Fernandes XIV
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

S

S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XVII
SKF XX
Sociedade Avanço, Lda. XXVII
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Ericsson de Portugal, Ltd.ª XXXII
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XVI
Sociedade Portuguesa Cavan . . . . 2.ª da capa
Soc. Zickermann XII
Socotel XXIV
Sondagens Ródio, Ltd.ª XXXII
SOPECATE XXXV
Standard Eléctrica VII


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA



EIMCO

Rocker Shovel
Patenteado

SIMPLICIDADE

COMPACIDADE

ROBUSTEZ

peso 17.000 kg
balde 1.110 litros

TRACTOR ESCAVADOR 105

ATÉ AO

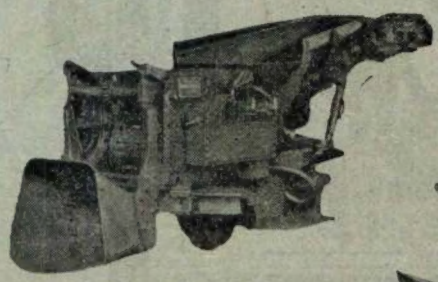
SUPERIOR A ESCAVADORA CLÁSSICA

Resolvendo o problema da carga tanto em pedreiras como em galerias e com qualquer veículo

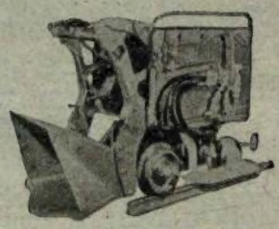
MÍNIMO VALOR DE COMPRA
MÍNIMO CUSTO DE CONSERVAÇÃO

ENERGIA pouco consumo { AR COMPRIMIDO / ELÉCTRICA / DIESEL

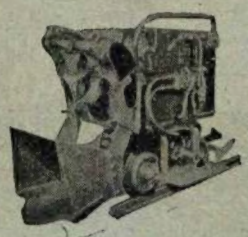
ao modelo 21 a ar comprimido corresponde o modelo 630 montado sobre lagartas



Modelo 40

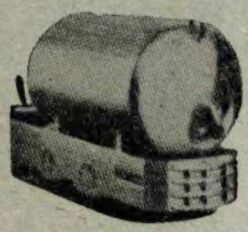


Modelo 21



Modelo 12-B

Locomotiva a ar



TODA A GAMA DE CARREGADORAS SUBTERRÂNEAS

Milhares de unidades trabalhando em todo o Mundo

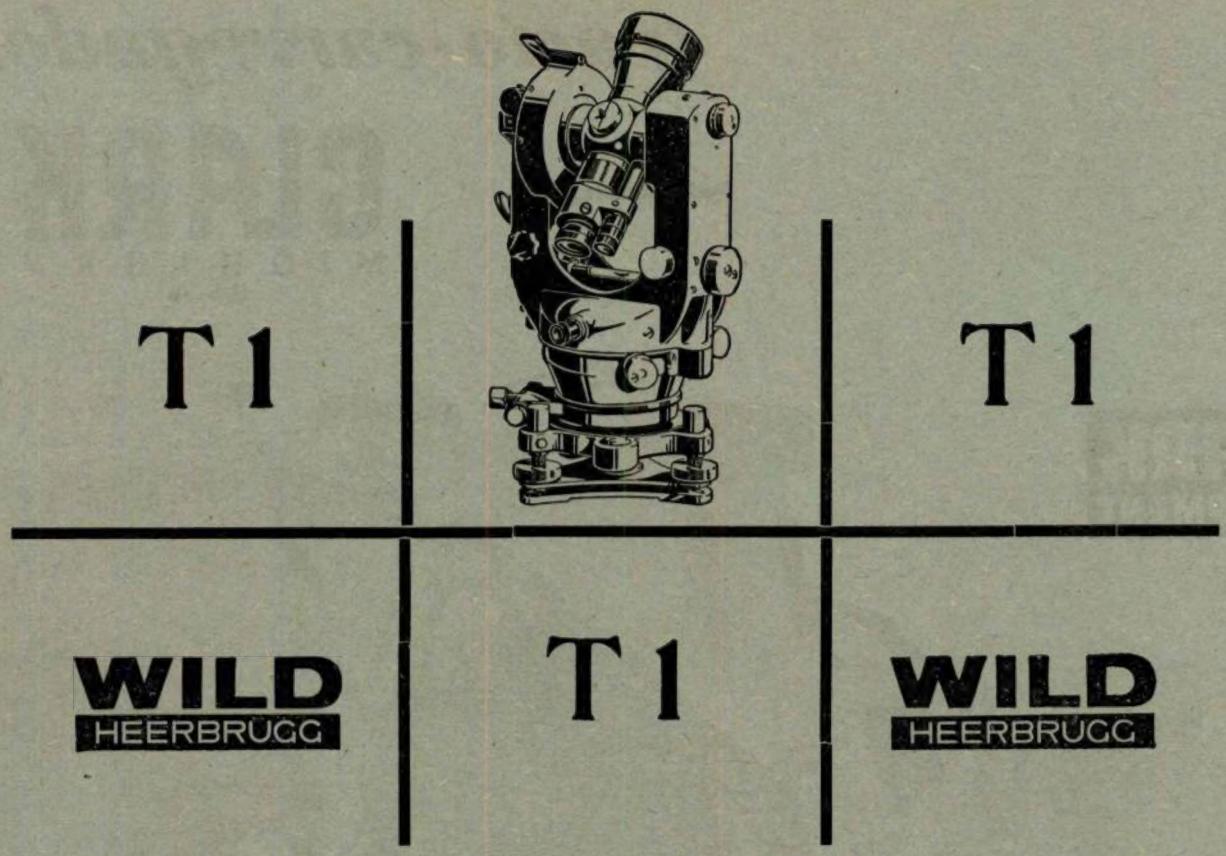
•

AGENTE EXCLUSIVO

EDMOND DARDEL

Rua Rodrigues Sampaio, 19-4.º-B — LISBOA

Telef. 4 2289



CARACTERÍSTICAS

Teodolito repetidor

Óculo reversível nos dois sentidos:

Abertura: 40 mm ø. Ampliação: 27×

Constante estadimétrica . . . 100

Prumo óptico incorporado

Leitura directa . . . . . 1'

Leitura por estimativa . . . . . 10''

Peso do aparelho e estojo . . 6,5 kg

Peso do tripé . . . . . 5,0 kg

PREFERIDO POR

Inst. Geográfico e Cadastral

Serv. Geográficos do Ultramar

Câmaras Municipais

Missões Geográficas

Missões Hidrográficas

Missões Hidráulicas

Empresas Hidro-Eléctricas

Empreiteiros e Construtores

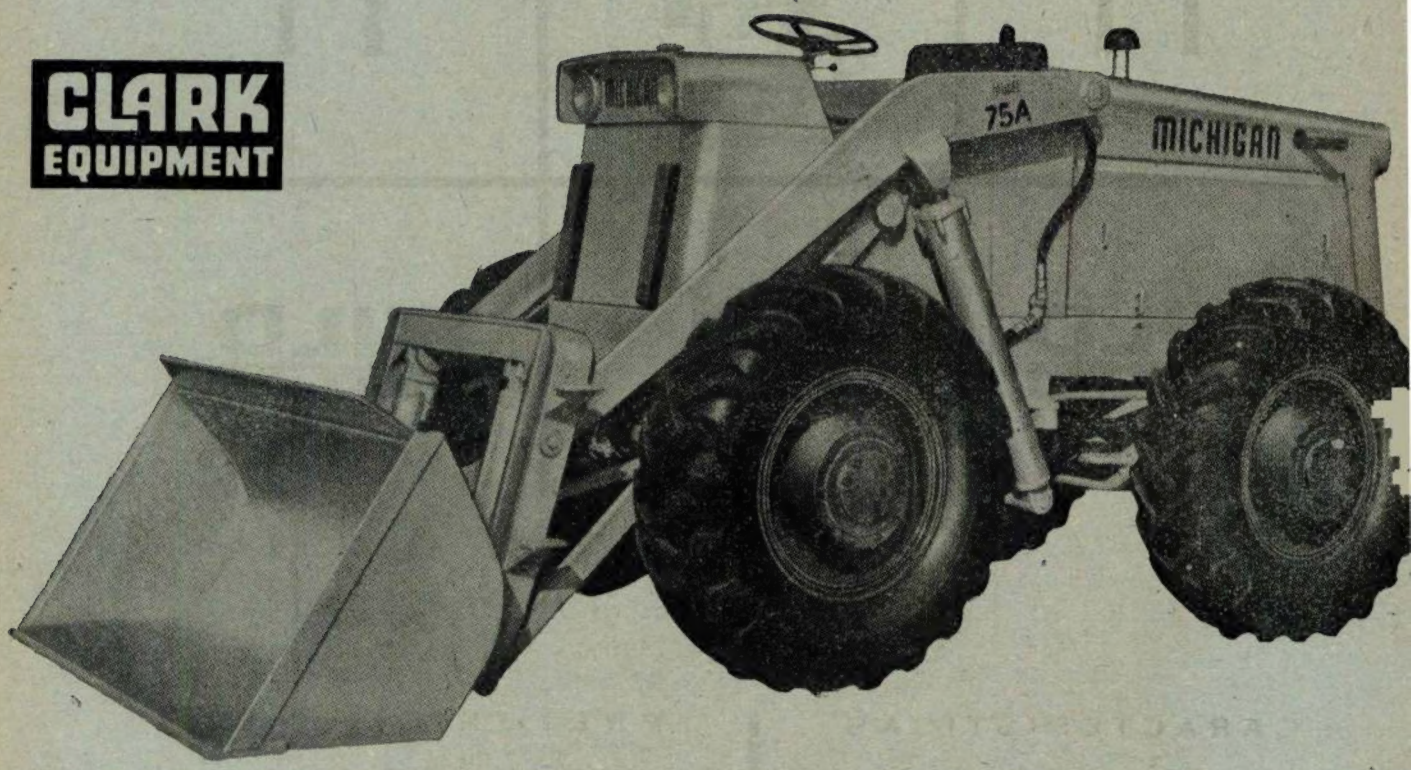
PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

RUA DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75 • LISBOA

TELEFONE: 2 4314 TELEGRAMAS: TECNA

tracto-carregado

CLARK
MIGHIGAN
U. S. A.



Mais «EXTRAS» são «STANDARD» no MICHIGAN do que em qualquer outro tracto-carregador.

- DOIS FARÓIS DIANTEIROS PLENOS DE LUZ
- MUDANÇAS DE TRANSMISSÃO SEMI-AUTOMÁTICAS
- CONVERSOR DE BINÁRIO — NÃO TEM EMBRAIAGEM
- MOVIMENTO DE BALDE INDEPENDENTE DA LANÇA
- CONTA HORAS DO MOTOR
- FILTROS DE ÓLEO PARA O MOTOR E CONVERSOR
- DOIS FARÓIS TRASEIROS
- DIRECÇÃO COM AJUDA HIDRÁULICA
- DESMULTIPLICAÇÃO NOS CUBOS DAS RODAS
- INDICADOR DA POSIÇÃO DO BALDE

Motor Diesel 80 CV. — Duas velocidades de trabalho e duas de marcha, quer para a frente quer para trás — direcção às rodas traseiras — todas as rodas motoras — pneus 14 : 00 × 24 tipo terraplanagem — balde de 1 jarda cúbica, etc., etc.
Tudo isto torna o Michigan no campião de todos os tracto-carregadores de rodas ou de lagartas.

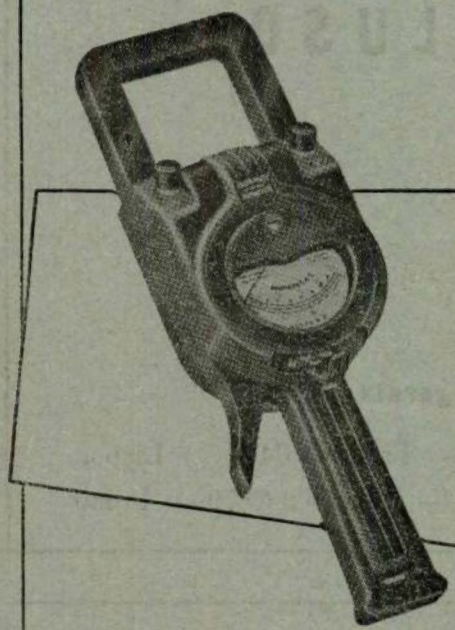
DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS :

BLACKWOOD HODGE

AV. ALMIRANTE REIS, 247 — LISBOA

Telef. 72 59 48 - 72 59 84

PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT — AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS LDA.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA
T. DA GLÓRIA, 17 — LISBOA
160, R. STA. CATARINA, 168 — PORTO

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

Candal — Gaia

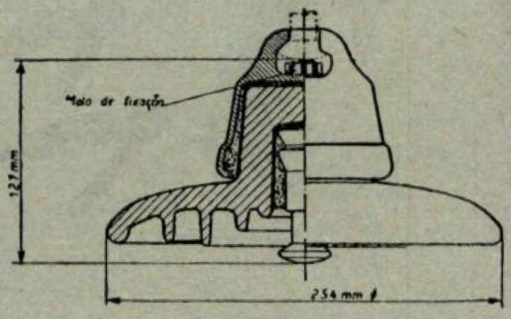
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado: 4,3 kg cada elemento



Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 — LISBOA

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

PROJECTOS — FORNECIMENTOS — INSTALAÇÕES

— Material de radiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta e ultra-alta frequência;

— Equipamentos de radiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;

— Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para radiocomunicações, radiodifusão e televisão;

— Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;

— Materiais de transmissão telegráfica automática, por fios e por rádio;

— Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;

— Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;

— Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

●

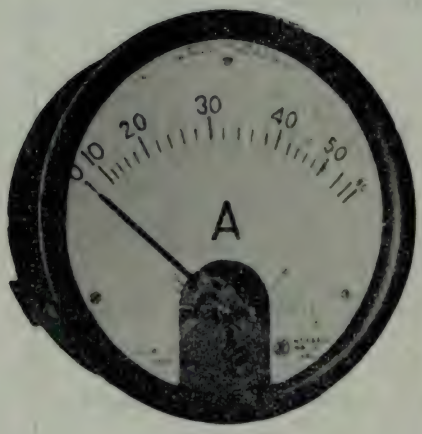
Serviços Técnicos, Comerciais e Fábrica

NA AVENIDA DA INDIA — LISBOA

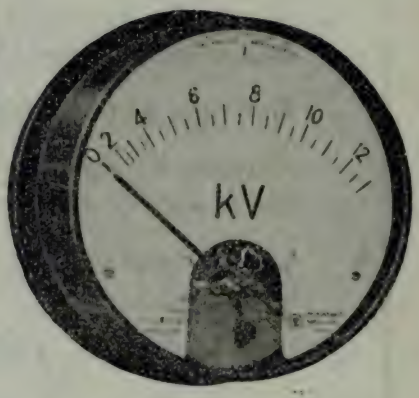
TEL. 63 81 71/6

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

'ENGLISH ELECTRIC'



- Amperímetros
- Voltímetros
- Wattímetros



- De ferro móvel
- De quadro móvel
- Electrodinamómetros

THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED

Fábricas em: **Stafford, Rugby, Preston, Bradford e Liverpool**

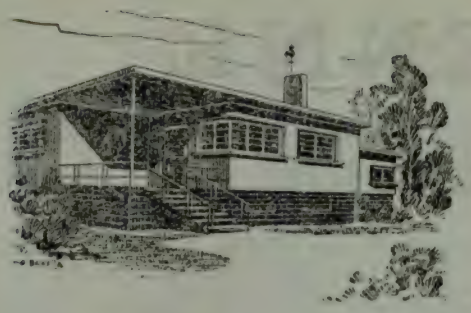
•

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Sede: Rua Cascais, 47 (Alcântara) — LISBOA

Sucursais: PORTO, BEJA, VILA FRANCA DE XIRA e LUANDA



APRESENTA EM TODO O MUNDO
UM PRODUTO À BASE DE CIMENTO

EMBELESADOR
PETRIFICANTE
HIDRÓFUGO

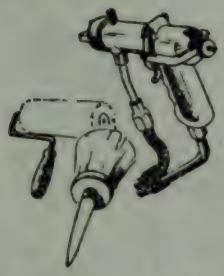
DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL E ULTRAMAR:

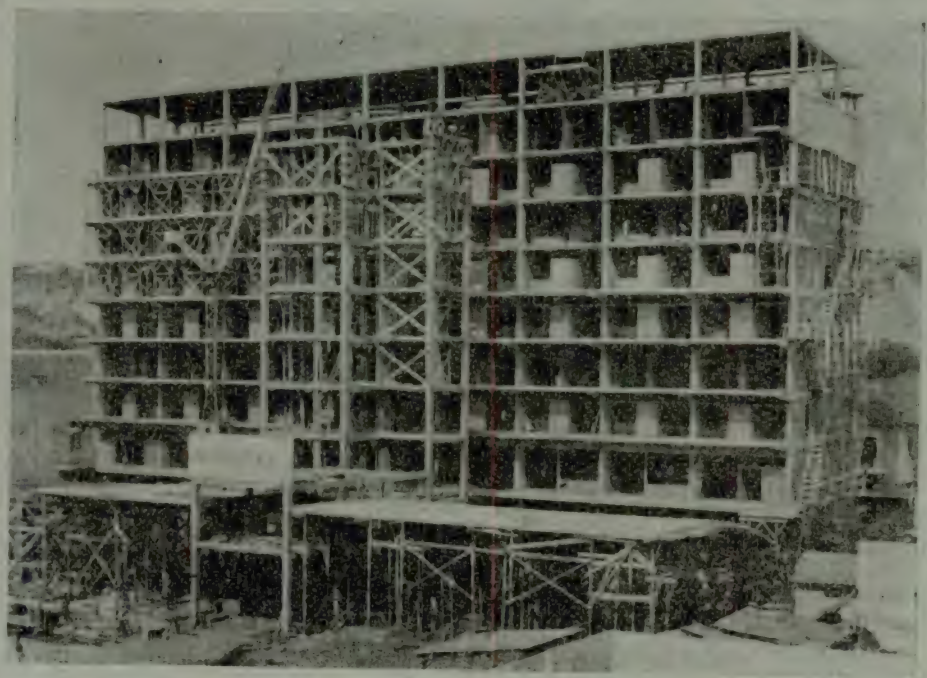
HENRIQUES & CASTRO, Lda.

Av. Conde de Valbom, 96
LISBOA

Tele { gramas: HENRICASTRO
fones 77 50 57 - 77 50 58

APLICAÇÃO
FÁCIL





EDIFÍCIO EM LUANDA PARA CIRILO & IRMÃO, LDA.
Estrutura de betão armado. Pavimentos e cobertura de vigotas de betão armado, pré-fabricadas, sistema «Bisão»

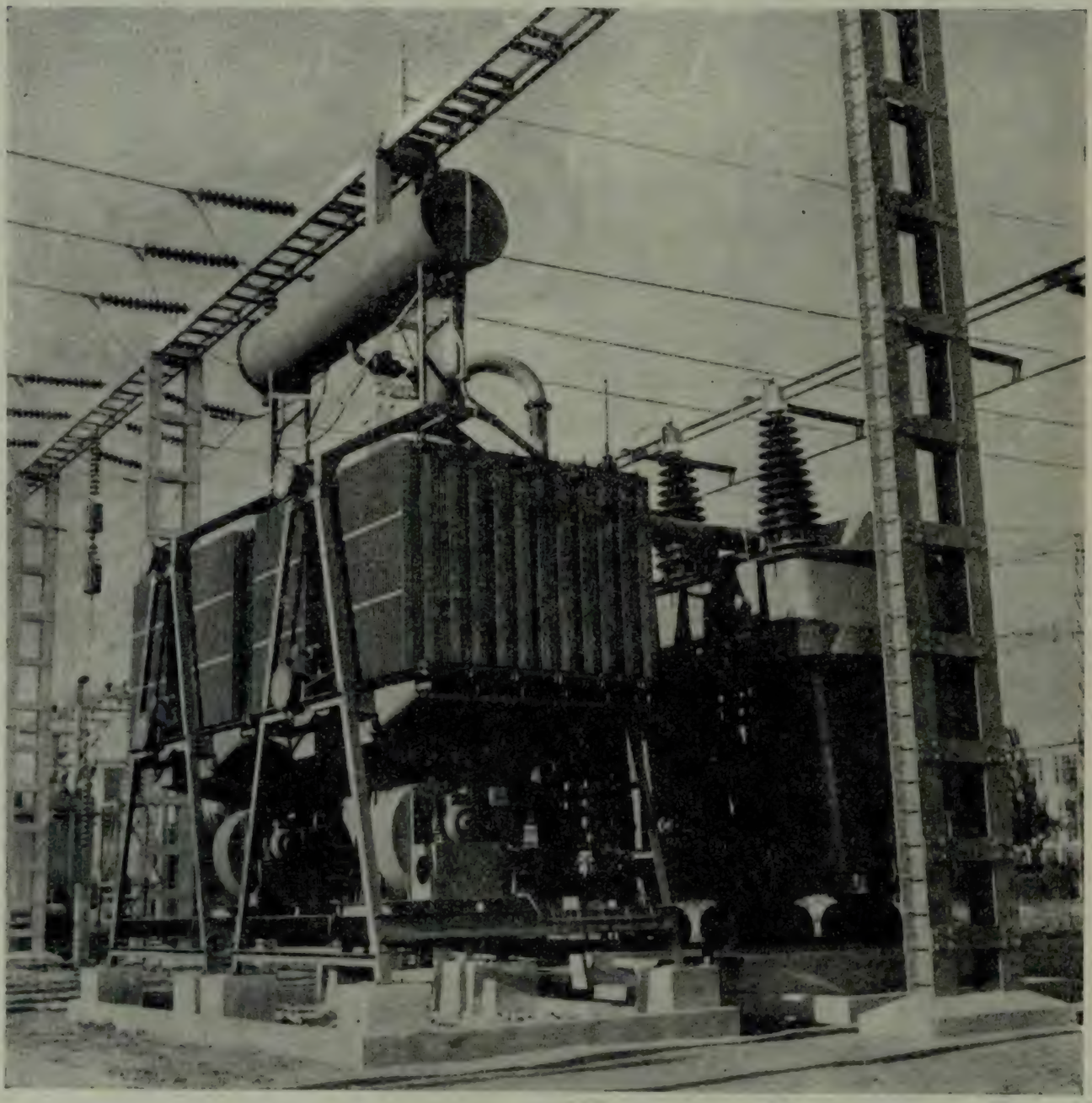
Construções Técnicas, L.da

Praça do Município, 13, 3.º
LISBOA
Telefone 2 2344

FUNDAÇÕES
BETÃO
ARMADO
OBRAS
PÚBLICAS

SAVOISIENNE

Ateliers de Construction de Transformateurs
de la Compagnie Générale d'Electricité de Paris



Um dos vários transformadores de 60.000 KVA instalados na Subestação de Sacavém
da Companhia Nacional de Electricidade

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.º (às Cortes) // LISBOA // Telefs. 66 06 92 - 66 60 82 - 66 06 04

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico

Sociedade Zickermann SARL

Todo o equipamento para laboratórios escolares, de análises, investigação e ensaios de materiais.

Microscópio electrónico de emissão fria

LEYBOLD — Material didáctico de física.

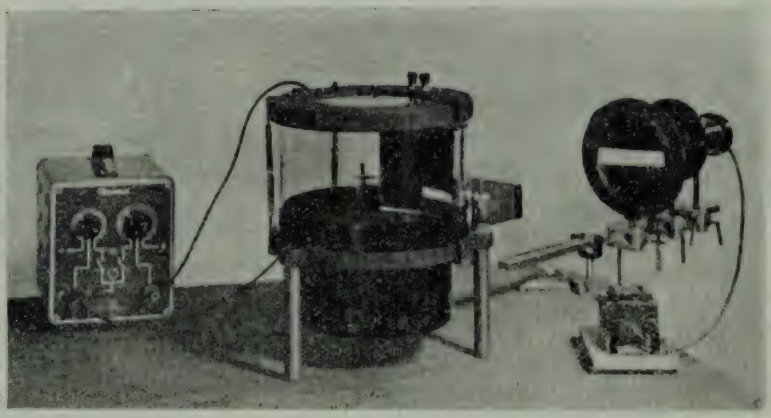
Física Clássica — Física Moderna

Polarógrafos

Instrumentos electrostáticos para *Alta Tensão*

LEYBOLD

Bombas e Instalações industriais de alto vácuo



Câmara de Wilson, de nevoeiro permanente

KARL FRANK G. M. B. H. MESSZEUG — U. PRÜFMASHINENBAU

FRANK

Aparelhos de precisão, calibres para gabinetes de metrologia.

Máquinas de ensaios de borracha e todas as espécies de fibras.

Equipamentos completos para controle de fabrico de papel

MOHR & FEDERHAFF A.-G. · MANNHEIM

MÁQUINAS para Ensaios de materiais, da mais comprovada eficácia e precisão.

SOC. ZICKERMANN

LISBOA PORTO

TÉCNICA

DIRECTOR: JORGE DO NASCIMENTO VALÉRIO
ADMINISTRADOR: CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA
SECRETÁRIO: RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

Ano XXXII - N.º 268 Janeiro de 1957

C. D. U. 001.3 : 62.007.1

AS CADEIRAS PREPARATÓRIAS

PELO PROF. A. HERCULANO DE CARVALHO

Palestra proferida na Semana de Recepção aos novos alunos

A Semana de Recepção aos novos alunos, que a Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico tem já por hábito promover todos os anos, sai bastante fora dos usos tradicionais de alguns outros meios universitários, portugueses e estrangeiros, onde o acolhimento aos recém-chegados, não sendo talvez menos caloroso, é no entanto bastante menos suave... Sem pretender censurar estes usos, já consagrados pelo tempo e aos quais não falta, em boa verdade, um certo pitoresco, dou sem reservas o meu aplauso e a minha simpatia às fórmulas como esta do Instituto e foi por isso que não tive coragem de recusar o convite para aqui dizer duas palavras.

É transparente e a todos os pontos louvável o desejo de associar a esta cerimónia um membro do corpo docente da Escola. Mas a Direcção da Associação quis este ano escolher, para isso, um dos professores mais antigos do Instituto — o segundo em antiguidade, creio eu.

Só posso interpretar a escolha como deferência, que agradeço, mas aqui o triste jús da idade parece-me inconveniente grave. Quando um velho fala à gente moça toma, mesmo sem querer, o ar enfadonho de quem dá conselhos e constantemente invoca a sua experiência.

Ora precisamente a minha experiência começa por me dizer que a juventude é por natureza alérgica a tal atitude, só escutando esses conselhos quando expressamente os pede — o que é raro. Não a censuro por isso.

Provàvelmente sempre assim foi e talvez isto seja uma sábia lei da vida. O aprender por experiência própria é sempre mais eficaz e educativo e o esforço daqueles que têm por missão ensinar os novos deve ser no sentido de conseguir uma limitação do número dessas experiências, de modo a que a maioria delas seja útil e tanto quanto possível isenta de riscos. Mais do que instruir, deve o professor despertar curiosidades, indicando aos seus discípulos as fontes que poderão seguramente mitigá-las. Ele será certamente um guia, mas simultâneamente um companheiro que com eles procurará a verdade.

Tentarei não esquecer estas coisas no pouco que lhes vou dizer sobre um problema comezinho, escolhido entre os muitos que encontrarão durante a frequência desta Escola.

Não desejo firmar-me sòmente na minha experiência passada, antes farei o possível para ver um pouco no futuro, como os novos alunos do Instituto poderiam ver se já tivessem por mister o seguir dia a dia, nos livros, nas revistas e em visitas de estudo, o que se vai passando por esse mundo no campo da actividade humana que escolheram para sua profissão.

A verdade é que a linha de evolução de qualquer dos ramos de engenharia, desde o tempo em que fui estudante até hoje, vai, de ano para ano, acentuando a tendência para aproximar os caminhos da técnica do caminho da ciência pura, exigindo cada vez mais o concurso desta e ela própria sus-

citando o seu desenvolvimento. Dou-lhes, como exemplo flagrante, o das aplicações da chamada energia nuclear.

* * *

A recente exposição «Átomos para a Paz», cuja realização em Lisboa ficamos devendo à iniciativa da Junta de Energia Nuclear e à amável deferência da Comissão de Energia Atómica dos Estados Unidos, veiu chamar, de maneira sugestiva, a atenção de todos os portugueses para o espantoso desenvolvimento da física nuclear e para as benéficas consequências da sua aplicação a tantos problemas importantes que interessam ao bem-estar e ao progresso da humanidade.

Mais do que um simples resumo dos princípios e das aplicações já conseguidas, a exposição teve o significado de apelo aos homens de boa vontade para que, na medida das suas posses, contribuam, por um lado para novos progressos que se afiguram de grande projecção no futuro e, por outro, para que se esforcem por criar o clima necessário a essa paz, hoje tão exaltada por palavras mas sempre tão traída pelos actos, que condiciona as benfeitorias da ciência humana.

É sobre tudo aos novos que o apelo se dirige. Se todos, novos e velhos, temos o dever primordial de formar frente comum na defesa dos imutáveis princípios da moral, só os jóvens de hoje estão nas melhores condições de se tornarem agentes eficazes do progresso científico e técnico, o qual exige, hoje mais do que nunca, uma longa e proveitosa formação escolar daqueles que irão servi-lo.

Na vida contemporânea e principalmente nos países mais progressivos, já se vai tornando evidente uma valorização, cada vez mais acentuada, das classes intelectuais nomeadamente daquelas que se ocupam das ciências físico-naturais. Está a formar-se no mundo uma nova aristocracia cuja acção é reconhecida como essencial. Mas aqui, mais do que em outros sectores, os títulos de nobreza só podem conquistar-se através dum paciente e persistente esforço. Tarefas que ainda ontem eram executadas por um empirismo tradicional, exigem hoje o sólido conhecimento dos princípios científicos e uma preparação profunda e extensa.

* * *

O mundo da ciência nuclear — a Exposição bem o demonstrava — é maravilhoso e cheio de promessas mas que não se iludam os novos que se sentem tentados para nele ingressar! Aquela aparente simplicidade era apenas um defeito intrínseco da Exposição. Para se ser agente desse progresso é necessário, primeiro, um cuidadoso estudo dos princípios basilares da Ciência e depois uma criteriosa especialização. O caminho a trilhar não é, aliás, diferente do que conduz ao domínio de outros sectores da física aplicada, se bem que seja dos mais difíceis. Simplesmente o objectivo vale bem a pena.

Se essa árdua preparação exige sacrifícios, estes terão compensação segura e não sòmente de ordem íntima — a satisfação de saber e de ser útil, mas ainda pela mais valia social e económica que assim conquistarão no mundo de amanhã.

* * *

Com este meu arrazoado, onde o exemplo das aplicações da energia nuclear aparece apenas por ser mais flagrante e actual, quero eu chamar a atenção dos alunos que este ano começam os seus estudos no Instituto para a importância das cadeiras preparatórias que compõem os primeiros anos dos cursos.

Com muita frequência se encontra nos estudantes uma atitude de desconfiança sobre o valor prático destas cadeiras, que eles consideram instintivamente como enfadonhos obstáculos que vão ser obrigados a transpor para chegar àquilo que realmente lhes será útil: as matérias da especialidade. O facto das cadeiras preparatórias se prestarem a servir de base a uma selecção rigorosa, mais lhes arreiga ainda tal convicção: as matemáticas, a física e química, parecem-lhes nada mais que simples filtros arbitrários que eles, alunos, terão por força de atravessar mas sem a preocupação de lhes conhecer os meandros.

Daqui resulta, em boa percentagem de estudantes, uma atitude de auto-defesa conduzindo a esse género de estudo que se pode chamar «a curto prazo»: as matérias não chegam a ser apreendidas mas apenas transitòriamente fixadas, para debitar nos exames e, após estes, é só deixar a memória aliviar-se dum contrapeso inútil.

É contra esta concepção, desculpável mas errónea, que eu desejaria pôr de sobre-aviso os novos alunos.

Longe de mim a ideia de querer diminuir o valor evidente das cadeiras que, mais tarde, irão frequentar nas especialidades. Esse valor ninguém discute. O que quero dizer é que as matérias preparatórias são tão importantes como as outras.

Mais ainda: a plena fecundidade das matérias da especialidade só é conseguida quando elas são aprendidas com base numa sólida preparação geral, minuciosamente adquirida e assimilada. Se isto já era verdade há trinta anos, com muito mais evidência o é agora e mais intensamente o será nas próximas décadas.

O empirismo à maneira tradicional vai perdendo por toda a parte a sua cotação. E se a intuição continua a ser, graças a Deus, a mais alta e admirável qualidade do espírito humano, de pouco ela já serve ao engenheiro de hoje se neste não encontrar o suporte duma adequada cultura, cujas coordenadas fundamentais são as das ciências físico-matemáticas.

Dantes, pouco mais se exigia do engenheiro do que saber fazer o «trivial», isto é, praticar bem as técnicas conhecidas. Agora, de dia para dia se acentua a tendência de lhe dar como principal missão a de aperfeiçoar e renovar. Isto porque a concorrência no campo económico obriga as empresas, em ritmo muito mais acelerado do que anteriormente, a fazer evolucionar os seus processos de fabrico ou de construção e a actualizar o respectivo equipamento.

Nos países adiantados, grandes ou pequenos, as empresas mais prósperas têm grupos de cientìstas e de técnicos com a tarefa expressa de estudar e investigar e gastam com os laboratórios de investigação uma apreciável percentagem dos seus orçamentos. Assim o engenheiro que dirige esses grupos ou ainda aquele que tem de estabelecer a ligação com a parte fabril, deverá conhecer em profundidade as bases e o significado dessas tarefas.

Prometi-lhes não ser dogmático: se quiserem verificar a verdade das minhas afirmações, peçam aos colegas mais antigos que lhes mostrem as boas revistas das várias especialidades de engenharia que a Associação e a Biblioteca do Instituto regularmente recebem. Nelas irão encontrar as mais diversas questões de aplicação frequentemente tratadas por uma forma que exige, para a sua compreensão, conhecimentos profundos e extensos das matérias que citei. E não é porque os autores queiram fazer alarde da sua cultura mas sim porque esse alto nível de tratamento se tem revelado particularmente fecundo, conduzindo aos mais notáveis dos recentes progressos das ciências aplicadas.

* * *

Muito teria ainda que dizer a propósito da cultura basilar do engenheiro, que evidentemente deverá ter ainda outros horizontes. Limitei-me a citar os mais próximos. Deveria chamar-lhes a atenção para a importância dos trabalhos práticos e dos laboratórios, que estabelecem a ponte entre a teoria e a prática e conferem ao engenheiro uma formação que lhes é indispensável.

Mas não desejo ocupar mais tempo desta cerimónia, cujo conteúdo é pròpriamente de natureza sentimental. Da parte dos vossos colegas mais antigos, tem ela o significado duma afectuosa cortezia.

Estou certo que sabereis corresponder-lhes.

Muito se fala hoje na excelência do trabalho de «équipe» e ninguém duvida já do seu valor. Mas seria ilusão pensar que os grupos humanos podem produzir trabalho útil só porque os seus componentes se sentem ligados por uma força externa de comando. Para que a colaboração entre homens seja fecunda é necessário que cada indivíduo do grupo não sòmente tenha a consciência da importância do objectivo comum a atingir mas ainda que, ao dar a sua contribuição, o faça por expontâneo impulso afectivo e num espírito de mútua compreensão.

Com desvanecimento vos afirmo que é este o ambiente que ireis aqui encontrar.

Quanto ao objectivo comum, não valerá a pena fazer sacrifícios — que aliás só aparentemente o são, para vir a ser bom obreiro do progresso e da maior dignificação da nossa terra, que tanto precisa do valor e da dedicação dos seus filhos?

Progresso necessário, para que continui a elevar-se o nosso reduzido nível de vida, dignificação possível pela contribuição dos engenheiros portugueses aos novos desenvolvimentos de primeira linha da técnica moderna. Creio bem que estes objectivos chegarão para fustigar o vosso brio de portugueses e tornar firme a vossa vontade.

Termino por afirmar que sinceramente partilho dos sentimentos da Associação dos Estudantes do I. S. T., saudando em nome do Corpo Docente os novos alunos e desejando, a par dos êxitos escolares que certamente ambicionam, que cada um, pela sua acção individual, saiba contribuir para ainda mais adensar o ambiente de boa camaradagem e de familiar afeição de que esta pequena cerimónia dá testemunho.

O novo Taqueómetro Auto-Redutor KERN

DK-RT

com mira horizontal e para trabalhos de grande precisão

é um aparelho especialmente apropriado para trabalhos cadastrais pelo método de coordenadas polares mas pode ser usado com grande vantagem em quaisquer outros trabalhos topográficos que requeiram grande precisão e um trabalho rápido.

Para entrega imediata nos representantes para Portugal

Kern AARAU

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

Casa Fundada em 1854

Rua de Santo António, 137-145 — PORTO

Rua Antero de Quental, 17 — LISBOA

HELIAÇO

NOME E PROCESSO PATENTEADOS

33 a 66 % de economia de peso de ferro

Quilo útil de Heliaço mais barato que o do ferro corrente

42 a 72 % de aumento de eficiência em relação ao aço corrente

Varão redondo de aço de alta resistência para betão armado, torcido e estirado a frio

TRANSFORMADO EM PORTUGAL

Maior aderência que o aço comum. Menores volumes de betão em obra. Maior rapidez de execução. Menor custo do m³ do betão armado

CARGAS DE SEGURANÇA AUTORIZADAS EM PORTUGAL

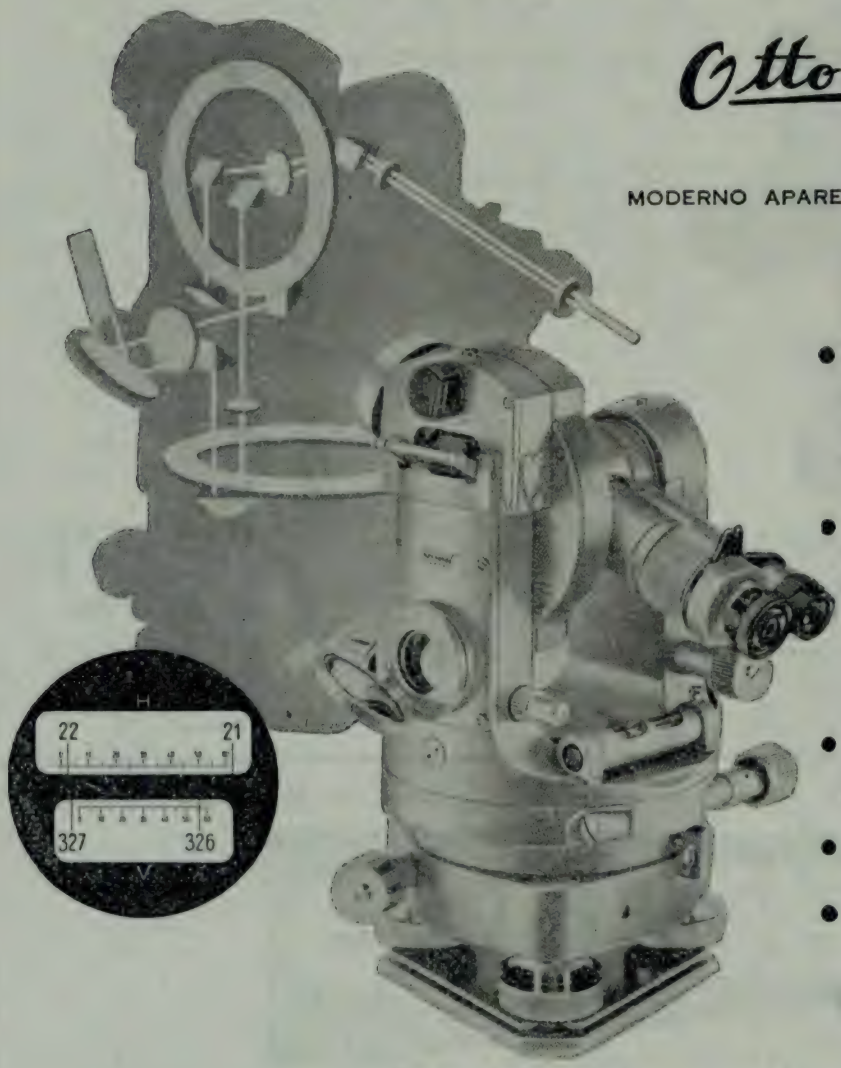
2.000 — 2.200 — 2.400 K/cm²

Fornecemos a pedido e gratuitamente Literatura e Tabelas de Cálculo

PEDIDOS A HELIAÇO, LDA.

RUA DE S. JULIÃO, 41, 4.º D. / LISBOA / TELEFS. 36 78 17 - 21 378

TEODOLITO TAQUEOMÉTRICO FTI



Otto-Fennel

MODERNO APARELHO DISPONDO DE:

- Observação simultânea dos dois limbos pelo microscópio colocado ao lado da ocular da objectiva
- Leitura por sistema directo de 1c e décimos por estimativa
- Leitura do nível vertical por coincidência
- Prumo óptico
- Grande luminosidade

Características ópticas e mecânicas

Telescópio analáctico com lente de focagem interna, retículo medidor de distância, telescópio reversível com o extremo da objectiva.

Constante de adição	zero
Constante de multiplicação	100
Comprimento do telescópio	190 mm
Abertura da objectiva	36 mm
Ampliação	28 x
Distância mínima de mira	1 m
Nível redondo	6' a 8'
Nível de reversão	30"
Nível de horizontalidade paralelo ao eixo de inclinação	40"

Nível junto ao círculo vertical legível por ajustamento da coincidência 40". Passo circunferencial sobre círculos de vidro 360° ou 400 g, de 1° ou de 1 g.

Diâmetro do círculo horizontal 90 mm, do círculo vertical 70 mm

Leitura directa horizontal	1'	1 c
Leitura por avaliação	1'	1 c
Leitura directa vertical	0,1' = 6"	0,2 c = 20cc
Leitura por avaliação	0,2' = 12"	0,25c = 25cc

Pesos: Instrumento 4,7 kg, Tripé com pés extensíveis 6,0 kg, Caixa metálica 4,0 kg

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES

L. DO RATO, 13—TELEF. 66 11 16—7 LINHAS—R. DO OURO, 145—TELEF. 28361

LISBOA

C. D. U. 627.82.042.5

CÁLCULO DAS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA EM BARRAGENS DE BETÃO

POR ANTÓNIO FERREIRA DA SILVEIRA
Engenheiro Assistente do L. N. E. C.

I — INTRODUÇÃO

As variações de temperatura que têm lugar numa barragem de betão são devidas à dissipação do calor de hidratação do cimento com que foi construída, às variações de temperatura do ar e da água em contacto com a barragem e finalmente à radiação solar especialmente nas faces expostas ao Sol.

No tratamento que adiante se apresenta admite-se que a barragem já perdeu todo o calor de hidratação do cimento e não se tem em conta as subidas de temperatura dos paramentos devidas à radiação solar.

É do conhecimento geral que os diagramas das temperaturas do ar têm andamentos muito aproximadamente sinusoidais. Normalmente a temperatura do ar é decomponível numa temperatura constante, a temperatura média anual, e em três ondas sinusoidais de períodos respectivamente iguais a um ano, quinze dias (*) e um dia, ou sejam as ondas anual, quinzenal e diária.

Tem sido também possível verificar que a temperatura da água varia em torno de uma temperatura média também com uma lei aproximadamente sinusoidal de período igual a um ano, embora por vezes desfasada em relação à temperatura do ar.

É habitual assemelhar uma barragem de betão a uma placa de faces paralelas, mesmo quando ela é de planta curva, pois que os desvios que podem resultar dessa hipótese são desprezíveis.

Dado pois o facto de numa barragem se terem temperaturas a montante e a jusante de períodos e amplitudes diferentes, por vezes desfasadas, o cálculo tem de apoiar-se na solução do problema da determinação das temperaturas numa placa de faces paralelas com uma das faces mantida constantemente a uma temperatura nula e a outra submetida a temperaturas variando segundo uma lei sinusoidal. A aplicação do princípio de sobreposição ao regime permanente imposto pelas temperaturas médias existentes em cada uma das faces, ao regime variável imposto numa das faces e ao regime variável imposto na outra face dá a solução do problema.

Para ondas de temperatura de muito pequeno período e para as ondas de grande período quando a barragem é muito espessa, as leis de condução do calor em sólidos semi-indefinidos são aplicáveis podendo dar ideias sobre o poder de penetração das diferentes ondas a partir de superfície exposta.

II — CÁLCULO DAS TEMPERATURAS NUMA BARRAGEM DE BETÃO

1. *Sólido semi-indefinido submetido a variações de temperaturas periódicas na sua face.*

Seja dado um sólido semi-indefinido de um material com uma difusibilidade térmica h^2.

Suponhamos que a temperatura inicial é nula

$$\theta\ (x,\ 0) = 0 \qquad (x > 0)$$

e que a temperatura na superfície do sólido é

$$\theta\ (0,\ t) = \theta_0 \text{ sen } 2\pi \frac{t}{p} \qquad (t > 0)$$

em que

θ_0 — semi-amplitude da onda de temperatura da face

P — período dessa onda

t — variável tempo contada a partir do instante em que $\theta\ (0,\ t) = 0$

A temperatura $\theta\ (x,\ t)$ (1) num dado instante t e num ponto qualquer da abcissa x do interior

(*) Esta onda quinzenal é a correspondente na linguagem popular ao «bom tempo» e «mau tempo» de cada mês aproximadamente.

do sólido é a solução da equação de Fourier para fluxo de valor unidireccional

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = h^2 \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2}$$

que satisfaz às condições iniciais e às condições nos limites anteriormente enunciadas.

Essa solução é da forma

$$\theta(x, t) = \theta_o e^{-x\sqrt{\frac{\pi}{h^2 P}}} \operatorname{sen}\left(2\pi \frac{t}{P} - x\sqrt{\frac{\pi}{h^2 P}}\right)$$

O amortecimento, ou seja a relação

$$\frac{\theta \text{ máx}}{\theta_o} = \left| \frac{\theta \text{ mín}}{\theta_o} \right|$$

é dado por

$$\frac{\theta \text{ máx}}{\theta_o} = e^{-x\sqrt{\frac{\pi}{h^2 P}}}$$

O máximo e o mínimo num ponto de abcissa x do interior do sólido ocorrem num tempo t, depois do máximo ou mínimo na superfície que

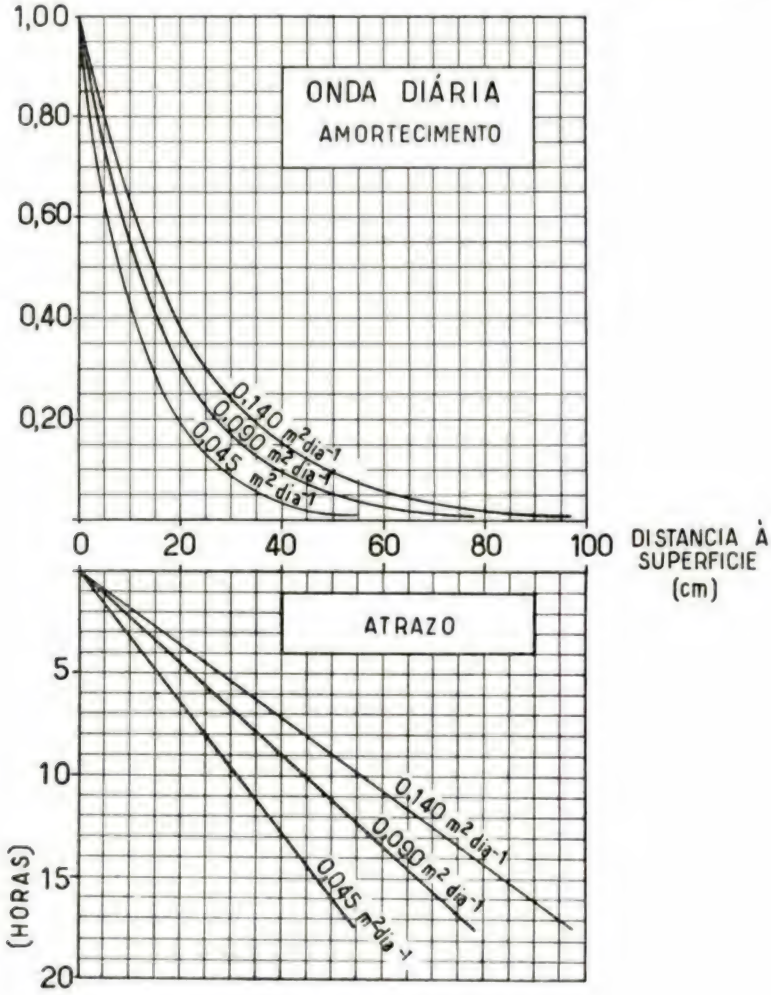


Fig. 1

Amortecimento e atraso da onda diária

O máximo de θ (x, t) é

$$\theta_{máx} = \theta_o e^{-x\sqrt{\frac{\pi}{h^2 P}}}$$

e o seu valor mínimo

$$\theta_{mín} = -\theta_o e^{-x\sqrt{\frac{\pi}{h^2 P}}}$$

lhes deram origem, que é dado por

$$t = \frac{x}{2}\sqrt{\frac{P}{h^2 \pi}}$$

A este tempo t dá-se o nome de atraso (1).

Nas fig. 1, 2 e 3 estão traçadas, para ondas de temperatura na superfície de uma barragem

de betão de períodos iguais a 1 dia, 15 dias e 365 dias, as curvas de amortecimento e de atrazo correspondentes aos dois valores extremos e ao valor médio da difusibilidade térmica do betão de barragens.

A temperatura θ (x, t) num dado instante t e num ponto qualquer de abcissa x do interior da placa é a solução da equação de Fourier já referida que satisfaz às condições iniciais e às condições nos limites anteriormente enunciadas.

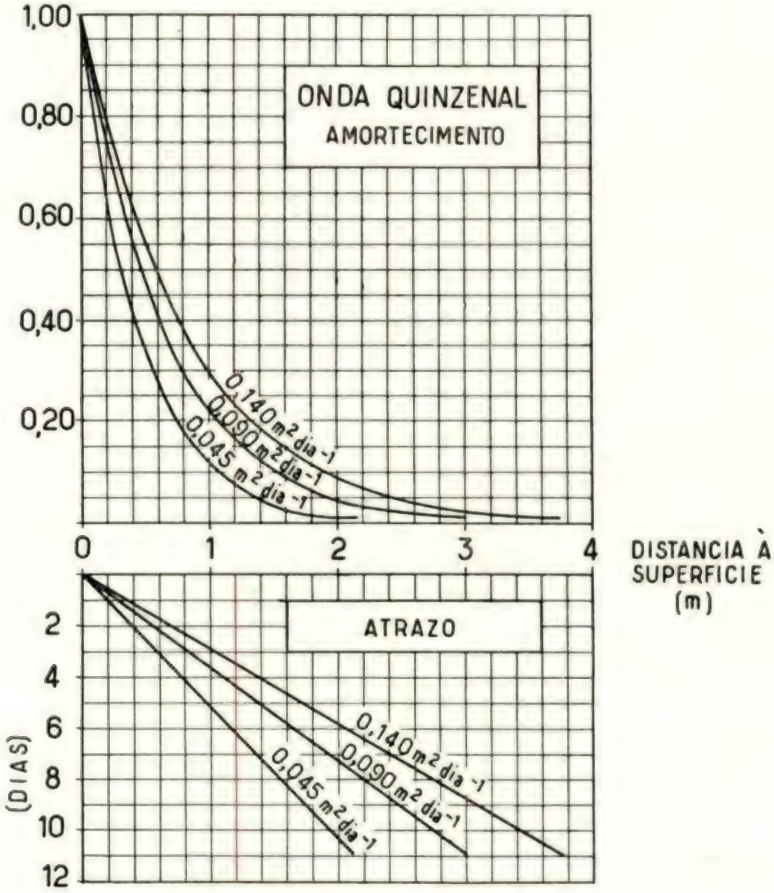


Fig. 2
Amortecimento e atraso da onda quinzenal

2. *Placa submetida a variação de temperatura periódica só numa face, mantendo a outra a temperatura constantemente nula.*

Seja dada uma placa de espessura L e de difusibilidade h^2. Suponhamos que a temperatura inicial dessa placa é nula

$$\theta\,(x, 0) = 0 \qquad (0 < x < L)$$

e que as temperaturas nas faces são respectivamente

$$\theta\,(0, t) = \theta_0 \ \text{sen}\ 2\pi \frac{t}{P} \qquad (t > 0)$$

e

$$\theta\,(L, t) = 0 \qquad (t > 0)$$

Puppini (2) encontrou uma solução da forma

$$\theta\,(x, t) = \theta_0 \left(A_x \,\text{sen}\ 2\pi \frac{t}{P} - B_x \cos 2\pi \frac{t}{P} \right) \qquad (1)$$

em que A_x e B_x são dados pelas expressões

$$A_x = -2\,M.\,\text{sh}\,z.\cos z - 2\,N.\,\text{ch}\,z.\,\text{sen}\,z + e.^{z} \cos z$$

$$B_x = 2\,M.\,\text{ch}\,z.\,\text{sh}\,z - 2\,N.\,\text{sh}\,z.\cos z - e.^{z}\,\text{sen}\,z$$

sendo

$$M = \frac{e^{2z_0} - \cos 2\,z_0}{2\,(\text{ch}\,2\,z_0 - \cos 2\,z_0)}$$

$$N = \frac{\text{sen}\,2\,z_0}{2\,(\text{ch}\,2\,z_0 - \cos 2\,z_0)}$$

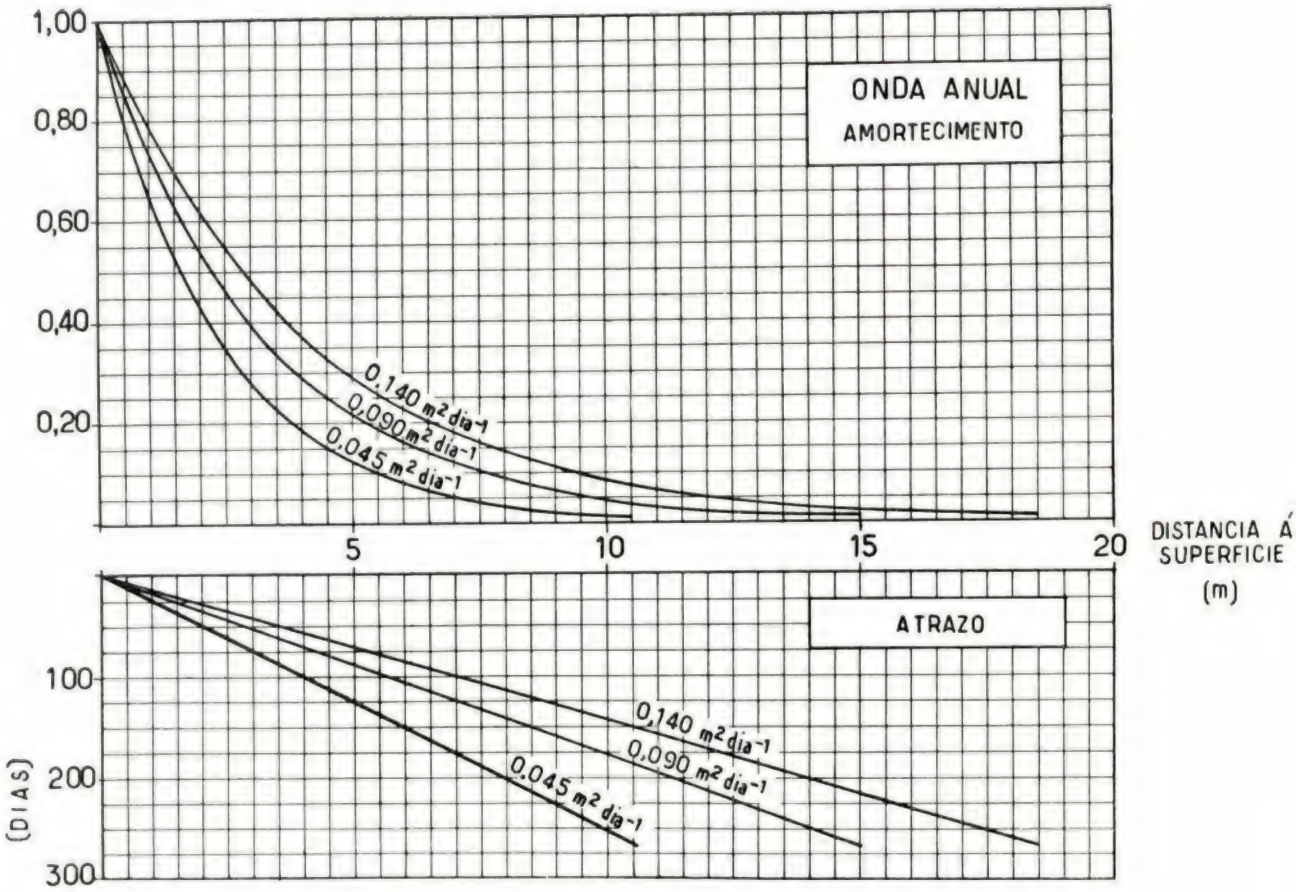


Fig. 3

Amortecimento e atraso da onda anual

$$z_o = \sqrt{\frac{\pi}{P\,h^2}}\ L$$

$$z = \sqrt{\frac{\pi}{P\,h^2}}\ x$$

A expressão (1) é a solução exacta do problema pois verifica não só as condições nos limites como também a equação de Fourier.

De facto para $x = 0$ vem

$$A_x = 1$$
$$B_x = 0$$

Para $x = L$ vem

$$A_x = 0$$
$$B_x = 0$$

No caso de a temperatura da face ser dada por um coseno ou seja

$$\theta\ (0\,,\ t) = -\ \theta_o \cos 2\pi \frac{t}{P} \qquad (t > 0)$$

em que a variável tempo é contada a partir do instante em que $\theta\ (0\,,\ t) = -\ \theta_o$

é

$$\theta\ (x\,,\ t) = \theta_o \left(-\ A_x \cos 2\pi \frac{t}{P} - B_x \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P}\right) \quad (2)$$

A temperatura média da placa num dado instante t obtém-se fazendo

$$\bar{\theta}\,(t) = \frac{1}{2} \int_o^L \theta\ (x\,,\ t)\ dx \qquad (3)$$

o valor $\bar{\theta}$ (t) obtido da expressão (3) tem a forma

$$\bar{\theta}\ (t) = \theta_o \left(C \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - D \cos 2\pi \frac{t}{P}\right) \quad (4)$$

ou

$$\bar{\theta}\ (t) = \theta_o \left(-\ C \cos 2\pi \frac{t}{P} - D \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P}\right) \quad (5)$$

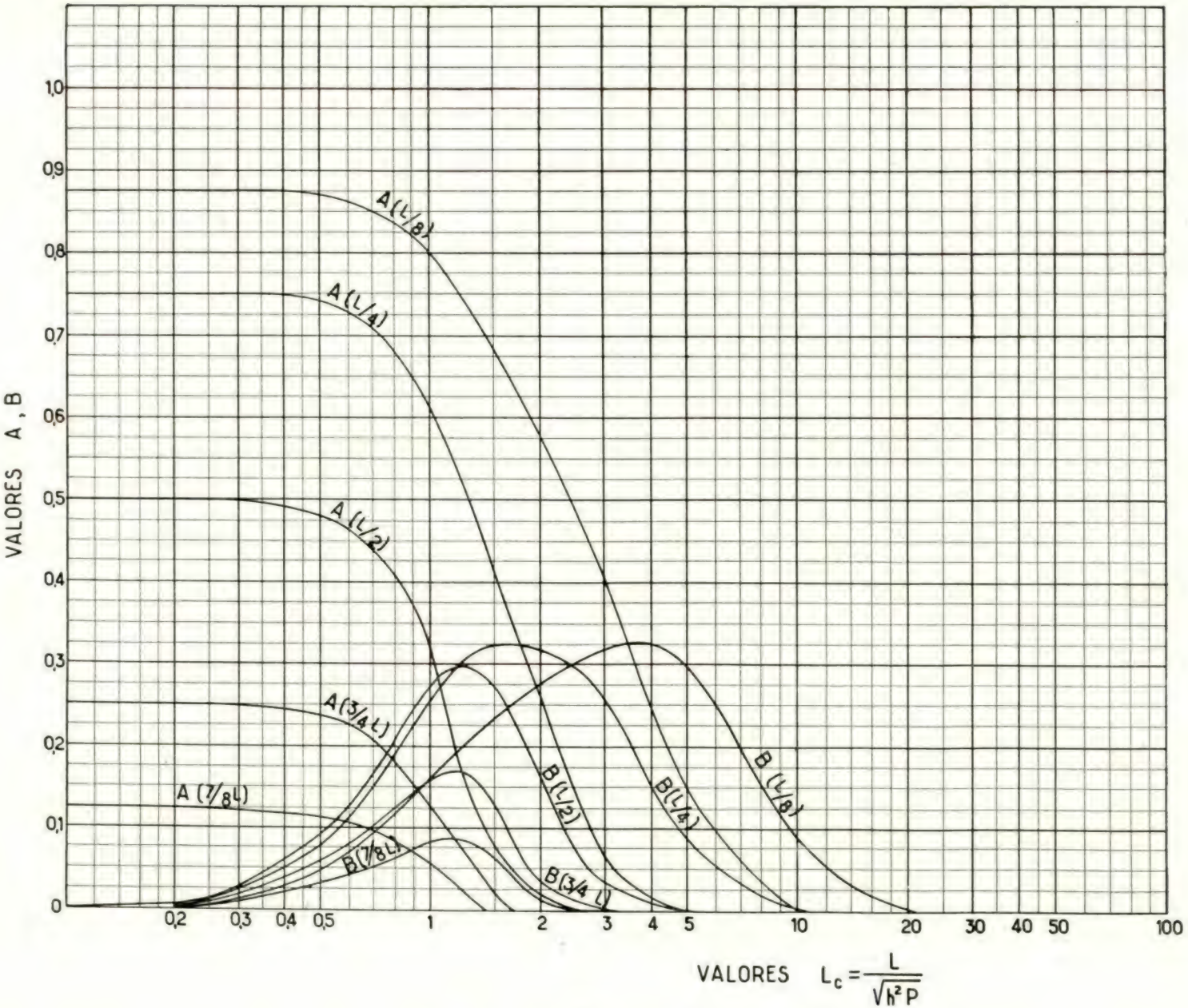


Fig. 4

Curvas dos valores A e B em função de L_c

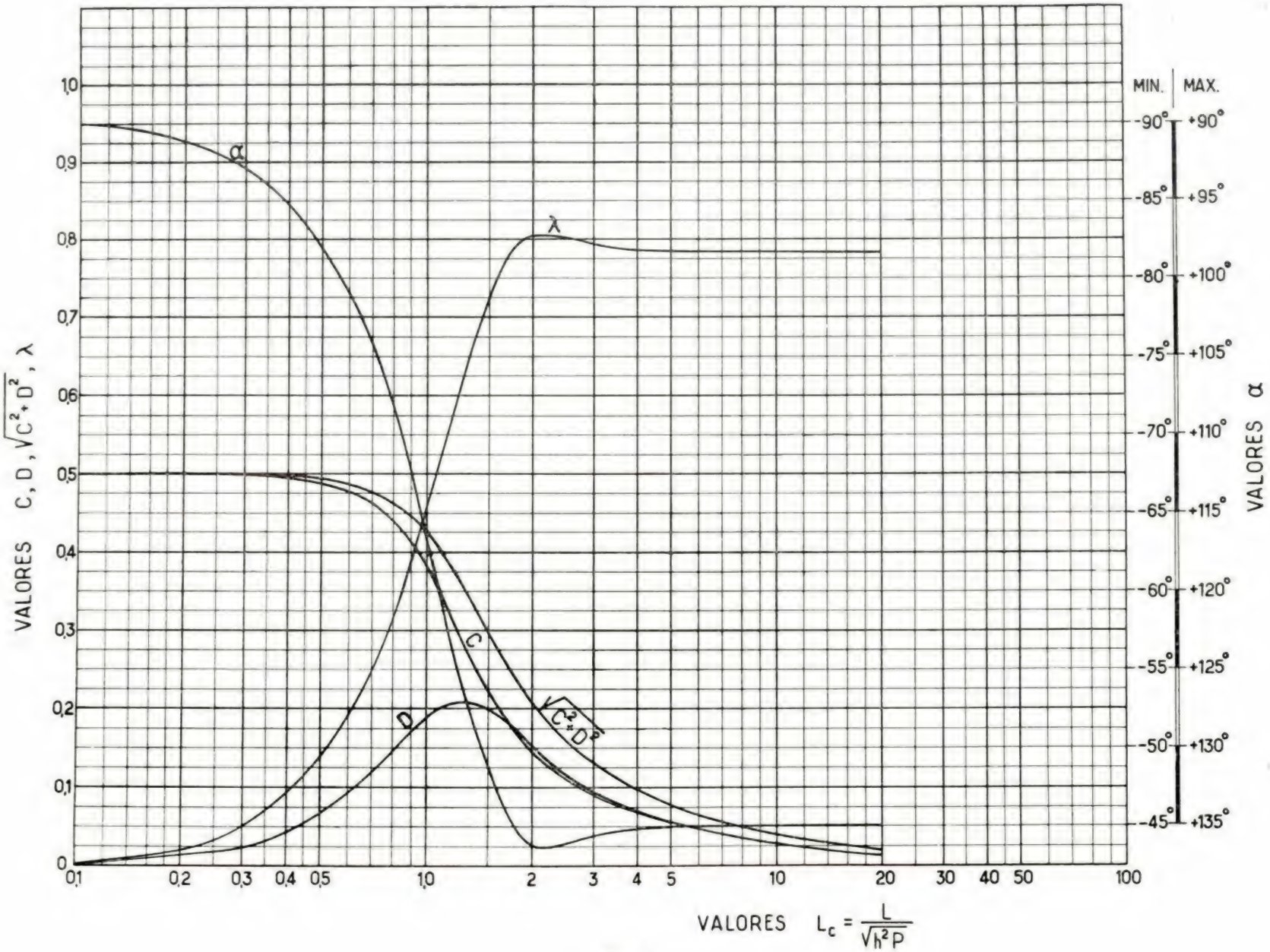


Fig. 5

Curvas dos valores C, D, $\sqrt{C^2+D^2}$, em função de L_c

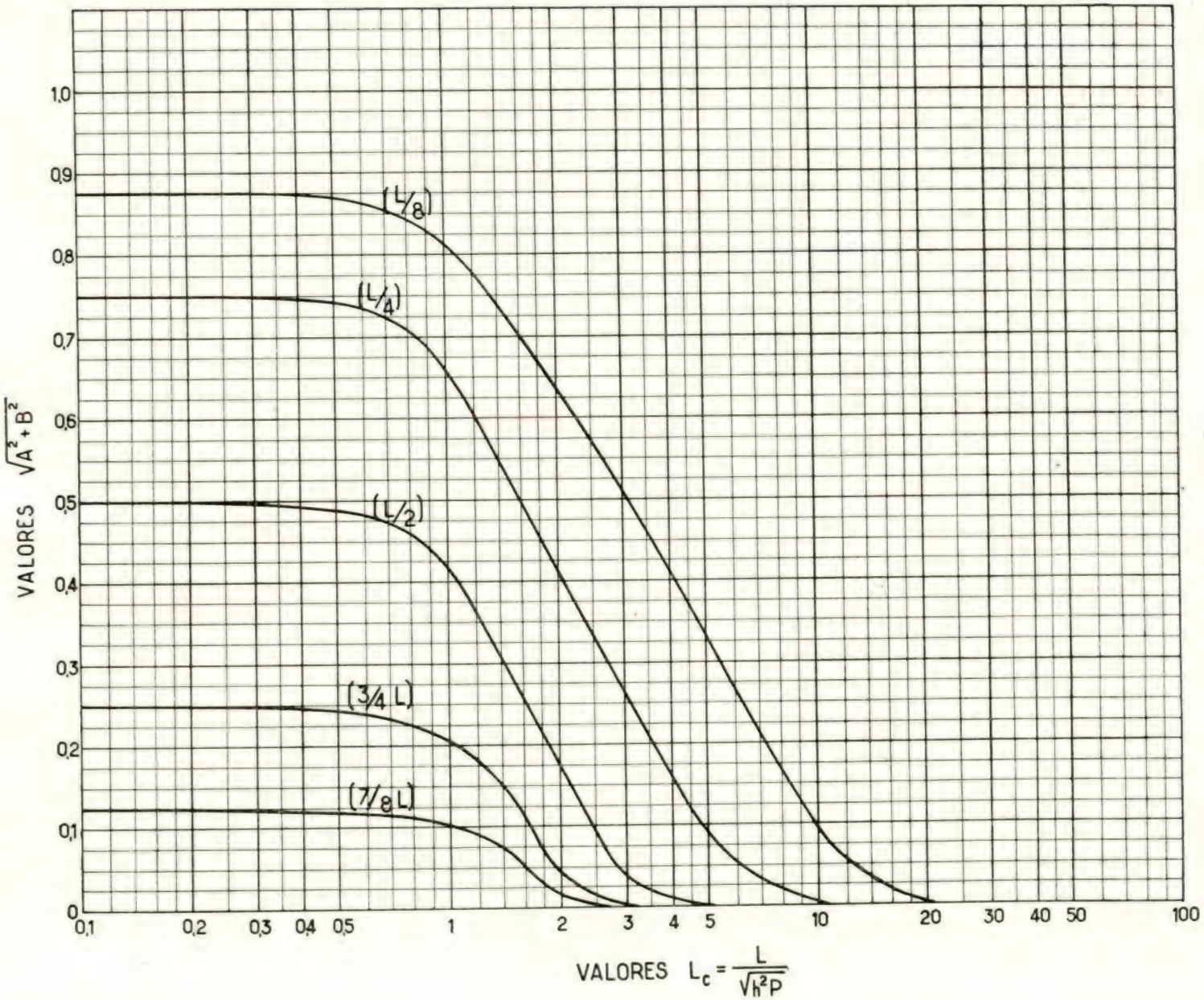


Fig. 6

Curvas dos valores $\sqrt{A^2 + B^2}$ em função de L_c

conforme a temperatura da face é dada por uma expressão em seno ou em coseno. Os coeficientes C e D são função ùnicamente de z_o.

Os coeficientes M, N, C, e D estão tabelados em função de $\frac{z_o}{2\pi}$. Os valores e^z . sen z, e^z . cos z, 2 . ch z . sen z, 2 . sh z cos z estão tabelados em função de $\frac{z}{2\pi}$.

Para evitar fazer os cálculos de A_x, B_x, C e D para cada caso concreto que se apresente foram traçadas as curvas de A_x, B_x, C e D em função de L_c, coeficiente sem dimensões dado por

$$L_c = \frac{L}{\sqrt{h^2 P}}$$

Nestas condições o valor $\frac{z_o}{2\pi}$ das tabelas em função dos quais são dados os valores de M, N, C e D vem

$$\frac{z_o}{2\pi} = \frac{1}{2\sqrt{\pi}} L_c$$

e o valor de $\frac{z}{2\pi}$ será

$$\frac{z}{2\pi} = \frac{z_o}{2\pi} \frac{x}{L}$$

As curvas A_x e B_x foram traçadas para $x = \frac{L}{8}$, $x = \frac{L}{4}$, $x = \frac{L}{2}$, $x = \frac{3}{4} L$, $x = \frac{7}{8} L$ e estão representadas na fig. 4. As curvas C e D estão representadas na fig. 5.

Como é fácil de verificar, o valor máximo que as expressões (1) e (2) tomam é

$$\theta_{máx} = \theta_o \sqrt{A_x^2 + B_x^2}$$

e o valor mínimo

$$\theta_{mín} = -\theta_o \sqrt{A_x^2 + B_x^2}$$

Na fig. 6 estão traçadas as curvas $\sqrt{A_x^2 + B_x^2}$ para $x = \frac{L}{8}$, $x = \frac{L}{4}$, $x = \frac{L}{2}$, $x = \frac{3}{4} L$, $x = \frac{7}{8} L$ em função de L_c.

O valor máximo tomado pelas expressões (4) e (5) é

$$\bar{\theta}_{máx} = \theta_o \sqrt{C^2 + D^2}$$

e o valor mínimo

$$\bar{\theta}_{mín} = -\theta_o \sqrt{C^2 + D^2}$$

Na fig. 5 está traçada a curva $\sqrt{C^2 + D^2}$ em função de L_c.

Os valores máximo e mínimo das expressões (1) e (2) verificam-se respectivamente para

$$2\pi \frac{t}{P} = \text{arc tg} \frac{A_x}{-B_x}$$

$$2\pi \frac{t}{P} = \text{arc tg} \frac{B_x}{A_x}$$

Anàlogamente os valores máximo e mínimo das expressões (4) e (5) verificam-se respectivamente para

$$2\pi \frac{t}{P} = \text{arc tg} \frac{C}{-D}$$

e

$$2\pi \frac{t}{P} = \text{arc tg} \frac{D}{C}$$

Os valores de sen $2\pi \frac{t}{p}$ e cos $2\pi \frac{t}{P}$ a considerar nas expressões (1), (2), (4) e (5) para obter os máximos e os mínimos serão pois:

Para a expressão (1)

$$\text{sen } 2\pi \frac{t}{P} = \frac{\frac{A_x}{-B_x}}{\mp\sqrt{1 + \frac{A_x^2}{B_x^2}}}$$

$$\cos 2\pi \frac{t}{P} = \frac{1}{\mp\sqrt{1 + \frac{A_x^2}{B_x^2}}}$$

Para a expressão (2)

$$\text{sen } 2\pi \frac{t}{P} = \frac{\frac{B_x}{A_x}}{\mp\sqrt{1 + \frac{B_x^2}{A_x^2}}}$$

$$\cos 2\pi \frac{t}{P} = \frac{1}{\mp\sqrt{1 + \frac{B_x^2}{A_x^2}}}$$

Para a expressão (4)

$$\text{sen } 2\pi \frac{t}{P} = \frac{-\frac{C}{D}}{\mp\sqrt{1 + \frac{C^2}{D^2}}}$$

$$\cos 2\pi \frac{t}{P} = \frac{1}{\mp\sqrt{1 + \frac{C^2}{D^2}}}$$

Para a expressão (5)

$$\operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} = \frac{\frac{D}{C}}{\mp\sqrt{1+\frac{D^2}{C^2}}}$$

$$\cos 2\pi \frac{t}{P} = \frac{1}{\mp\sqrt{1+\frac{D^2}{C^2}}}$$

O sinal (—) do radical conduz aos valores máximos e o sinal (+) aos valores mínimos.

Como se viu atrás, quando a temperatura da face é dada por um coseno o seu mínimo verifica-se para $2\pi \frac{t}{P} = 0$ e se for dada por um seno verifica-se para $2\pi \frac{t}{P} = -\frac{\pi}{2}$. A desfazagem entre a temperatura exterior e a temperatura interior será pois dada pelas diferenças

$$\lambda = \left(2\pi \frac{t}{P}\right)_{mín} - 0 = \left(2\pi \frac{t}{P}\right)_{mín}$$

ou

$$\lambda = \left(2\pi \frac{t}{P}\right)_{mín} - \left(\frac{-\pi}{2}\right) = \left(2\pi \frac{t}{P}\right)_{mín} + \frac{\pi}{2}$$

conforme a temperatura exterior é dada por um coseno ou por um seno, sendo $\left(2\pi \frac{t}{P}\right)_{mín}$ o valor do ângulo que dá origem ao valor mínimo de θ (x, t) ou de $\overline{\theta}$ (t).

Na fig. 5 está traçada a curva que dá, em função de L_c, os valores da desfasagem λ, em radianos, da temperatura $\overline{\theta}$ (t) em relação à temperatura da face. Esses valores são negativos o que quere dizer que a temperatura média no interior da placa vem atrasada em relação à temperatura da face. Para ter a desfasagem ou o atraso em dias basta fazer a operação seguinte

$$\frac{\lambda}{2\pi} \cdot 365 \text{ dias}$$

Na mesma fig. 5 está traçada a curva dos ângulos $2\pi \frac{t}{P}$, expressos em graus sexagesimais que dão os valores mínimos e máximos de $\overline{\theta}$ (t), em função de L_c, quando a temperatura exterior é expressa num seno. Se a temperatura exterior for dada por um coseno os ângulos $2\pi \frac{t}{P}$ a considerar para obter os valores mínimos de $\overline{\theta}$ (t) serão obtidos somando + 90° aos valores máximos e mínimos obtidos pela curva da fig. 5.

3. *Placa submetida a variações de temperatura periódicas nas duas faces.*

a) *Variações sinusoidais de igual amplitude e em fase.*

Seja

$$\theta\,(x, 0) = 0 \qquad (0 < x < L)$$

$$\theta\,(0, t) = \theta\,(L, t) = \theta_o \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} \qquad (t > 0)$$

Pelo princípio da sobreposição é

$$\theta\,(x, t) = \theta_o \left(A_x \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - B_x \cos 2\pi \frac{t}{P}\right) + \theta_o \left(A_{L-x} \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - B_{L-x} \cos 2\pi \frac{t}{P}\right)$$

ou

$$\theta\,(x, t) = \theta_o \left[(A_x + A_{L-x}) \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - (B_x + B_{L-x}) \cos 2\pi \frac{t}{P}\right]$$

Os valores máximo e mínimo de θ (x, t) são respectivamente

$$\theta_{máx} = \theta_o \sqrt{(A_x + A_{L-x})^2 + (B_x + B_{L-x})^2}$$

$$\theta_{mín} = -\theta_o \sqrt{(A_x + A_{L-x})^2 + (B_x + B_{L-x})^2}$$

e verificar-se-ão para

$$2\pi \frac{t}{P} = \operatorname{arc\,tg} \frac{A_x + A_{L-x}}{-(B_x + B_{L-x})} \qquad (6)$$

Os valores de A_x, A_{L-x}, B_x e B_{L-x} são dados na fig. 4 em função de L_c.

A temperatura média será neste caso dada por

$$\theta\,(t) = \theta_o \left(C \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - D \cos 2\pi \frac{t}{P}\right) + \theta_o \left(C \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - D \cos 2\pi \frac{t}{P}\right)$$

ou

$$\overline{\theta}\,(t) = 2\,\theta_o \left(C \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - D \cos 2\pi \frac{t}{P}\right)$$

Os valores máximo e mínimo verificar-se-ão para

$$2\pi\frac{t}{P} = \text{arc tg}\,\frac{C}{-D}$$

e serão respectivamente

$$\bar{\theta}_{máx} = 2\,\theta_o\sqrt{C^2+D^2}$$

$$\bar{\theta}_{min} = -2\,\theta_o\sqrt{C^2+D^2}$$

A desfasagem entre a temperatura média ou a temperatura no ponto e a temperatura exterior será ainda dada pela expressão já referida atrás

$$\lambda = \left(2\pi\frac{t}{P}\right)_{min} - \left(-\frac{\pi}{2}\right) = \left(2\pi\frac{t}{P}\right)_{min} + \frac{\pi}{2}$$

Quer os valores de $\sqrt{C^2+D^2}$ quer os valores de $2\pi\frac{t}{P}$ que dão os valores máximos e mínimos de $\bar{\theta}$ estão representados em função de L_c, sob a forma de curvas, na fig. 5.

No caso de a temperatura exterior ser dada por um coseno as expressões apresentadas serão alteradas de acordo com o referido no artigo anterior.

b) *Variações sinusoidais de amplitudes desiguais e em fase.*

Seja

$$\theta\,(x, 0) = 0 \qquad (0 < x < L)$$

$$\theta\,(0, t) = \theta_o'\,\text{sen}\,2\pi\frac{t}{P}\,0 \quad (t > 0)$$

$$\theta\,(L, t) = \theta_o''\,\text{sen}\,2\pi\frac{t}{P}\,0 \quad (t > 0)$$

A amplitude na face $x = 0$ será pois $2\,\theta_o'$ e na face $x = L$ será $2\,\theta_o''$.

Pelo princípio da sobreposição é

$$\theta\,(x,t) = \theta_o'\left(A_x\,\text{sen}\,2\pi\frac{t}{P} - B_x\cos 2\pi\frac{t}{P}\right) + \theta_o''\left(A_{L-x}\,\text{sen}\,2\pi\frac{t}{P} - B_{L-x}\cos 2\pi\frac{t}{P}\right)$$

ou

$$\theta\,(x, t) = (\theta_o'\,A_x + \theta_o''\,A_{L-x})\,\text{sen}\,2\pi\frac{t}{P} - (\theta_o'\,B_x + \theta_o''\,B_{L-x})\cos 2\pi\frac{t}{P}$$

Os valores máximo e mínimo verificar-se-ão para

$$2\pi\frac{t}{P} = \text{arc tg}\,\frac{\theta_o'\,A_x + \theta_o''\,A_{L-x}}{-(\theta_o'\,B_x + \theta_o''\,B_{L-x})} \qquad (7)$$

Para se obterem os valores máximo e mínimo substituir-se-ão na expressão de θ (x, t) os valores de $2\pi\frac{t}{P}$ dados pela expressão (7). Esta expressão transforma-se na (6) fazendo $\theta'_o = \theta''_o$.

Os valores de A_x, A_{L-x}, B_x e B_{L-x} são dados na fig. 4 em função de L_c.

A temperatura média será neste caso dada por

$$\bar{\theta}\,(t) = \theta'_o\left(C\,\text{sen}\,2\pi\frac{t}{P} - D\cos 2\pi\frac{t}{P}\right) + \theta''_o\left(C\,\text{sen}\,2\pi\frac{t}{P} - D\cos 2\pi\frac{t}{P}\right)$$

ou

$$\bar{\theta}\,(t) = (\theta'_o + \theta''_o)\left(C\,\text{sen}\,2\pi\frac{t}{P} - D\cos 2\pi\frac{t}{P}\right)$$

Os valores máximo e mínimo verificar-se-ão para

$$2\pi\frac{t}{P} = \text{arc tg}\,\frac{C}{-D}$$

e serão respectivamente

$$\bar{\theta}_{máx} = (\theta'_o + \theta''_o)\sqrt{C^2+D^2}$$

$$\bar{\theta}_{min} = (\theta' + \theta''_o)\sqrt{C^2+D^2}$$

Os valores de $\sqrt{C^2+D^2}$ e os de $2\pi\frac{t}{P}$ que dão os máximos e mínimos de $\bar{\theta}$ (t) são ainda os dados na fig. 5 em função de L_c.

A desfasagem é ainda dada por

$$\lambda = \left(2\pi\frac{t}{P}\right)_{min} + \frac{\pi}{2}$$

c) *Variações sinusoidais de amplitude igual e desfasadas.*

Seja

$$\theta\,(x, 0) = 0 \qquad (0 < x < L)$$

e

$$\theta\,(0,\ t) = \theta_o \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} \qquad (t > 0)$$

$$\theta\,(L,\ t) = \theta_o \operatorname{sen} 2\pi \left(\frac{t-\lambda_c}{P}\right) \qquad (t > 0)$$

Isto é, na face $x = L$ a temperatura tem um atrazo λ_o em relação à temperatura na face $x = 0$.

Pelo princípio de sobreposição é

$$\theta\,(x, t) = \theta_o \left[A_x \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - B_x \cos 2\pi \frac{t}{P} \right] +$$

$$+ \theta_o \left[A_{L-x} \operatorname{sen} 2\pi \left(\frac{t-\lambda_o}{P}\right) - B_{L-x} \cos 2\pi \left(\frac{t-\lambda_o}{P}\right) \right]$$

Os valores máximos e mínimos de $\theta\,(x, t)$ verificam-se para $2\pi \frac{t}{P} =$

$$= \operatorname{arc\,tg} \frac{A_x + A_{L-x} \cos\beta - B_{L-x} \operatorname{sen}\beta}{-B_x - A_{L-x} \operatorname{sen}\beta - B_{L-x} \cos\beta} \qquad (8)$$

em que

$$\beta = 2\pi \frac{\lambda_o}{P}$$

A expressão (8) transforma-se na expressão (6) para $\beta = 0$.

Para se obterem os valores máximo e mínimo de $\theta\,(x, t)$ substituir-se-ão na sua expressão os valores de $2\pi \frac{t}{P}$ dados pela expressão (8).

Os valores de A_x, A_{L-x}, B_x e B_{L-x} são dados na fig. 4 em função de L_c.

A temperatura média será neste caso

$$\bar{\theta}\,(t) = \theta_o \left[C \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - D \cos 2\pi \frac{t}{P} \right] +$$

$$+ \theta_o \left[C \operatorname{sen} 2\pi \frac{(t-\lambda_o)}{P} - D \cos 2\pi \frac{(t-\lambda_o)}{P} \right]$$

ou

$$\bar{\theta}\,(t) = \theta_o \left\{ C \left[\operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} + \operatorname{sen} 2\pi \frac{(t-\lambda_o)}{P} \right] - \right.$$

$$\left. - D \left[\cos 2\pi \frac{t}{P} + \cos 2\pi \frac{(t-\lambda_o)}{P} \right] \right\}$$

Os valores máximo e mínimo verificar-se-ão para

$$2\pi \frac{t}{P} = \operatorname{arc\,tg} \frac{C + C \cos\beta - D \operatorname{sen}\beta}{-D - C \operatorname{sen}\beta - D \cos\beta} \qquad (9)$$

em que $\beta = 2\pi \frac{\lambda_o}{P}$

Esta expressão transforma-se em

$$2\pi \frac{t}{P} = \operatorname{arc\,tg} \frac{C}{-D}$$

para $\beta = 0$.

Para se obterem os valores máximo e mínimo de $\bar{\theta}\,(t)$ substituem-se na respectiva expressão os valores de $2\pi \frac{t}{P}$ dados pela expressão (9).

Os valores de C e D estão representados na fig. 5 em função de L_c.

A desfasagem entre a temperatura num ponto do interior ou a temperatura média e a temperatura na face $x = 0$ é ainda dada por

$$\lambda = \left(2\pi \frac{t}{P}\right)_{min} + \frac{\pi}{2}$$

d) *Variações sinusoidais de amplitudes desiguais e desfasadas.*

Seja

$$\theta\,(x, 0) = 0 \qquad (0 < x < L)$$

$$\theta\,(0, t) = \theta'_o \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} \qquad (t > 0)$$

$$\theta\,(L, t) = \theta''_o \operatorname{sen} 2\pi \left(\frac{t-\lambda_o}{P}\right) \qquad (t > 0)$$

Pelo princípio da sobreposição é

$$\theta\,(x, t) = \theta'_o \left[A_x \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - B_x \cos 2\pi \frac{t}{P} \right] +$$

$$+ \theta''_o \left[A_{L-x} \operatorname{sen} 2\pi \left(\frac{t-\lambda_o}{P}\right) - B_{L-x} \cos 2\pi \left(\frac{t-\lambda_o}{P}\right) \right]$$

Os valores máximo e mínimo de $\theta\,(x, t)$ verificam-se para

$$2\pi \frac{t}{P} = \qquad (10)$$

$$= \operatorname{arc\,tg} \frac{\theta'_o A_x + \theta''_o A_{L-x} \cos\beta - \theta''_o B_{L-x} \operatorname{sen}\beta}{-\theta'_o B_x - \theta''_o A_{L-x} \operatorname{sen}\beta - \theta''_o B_{L-x} \cos\beta}$$

em que $\beta = 2\pi \frac{\lambda_o}{P}$

A expressão (10) transforma-se na expressão (8) para $\theta'_o = \theta''_o$.

Para se obterem os valores máximo e mínimo de $\theta\,(x, t)$ substituir-se-ão na sua expressão os valores de $2\pi \frac{t}{P}$ dados por (10).

Os valores de A_x, B_x, A_{L-x} e B_{L-x} estão representados na fig. 4 em função de L_c.

A temperatura média será neste caso dada por

$$\bar{\theta}(t) = \theta'_o \left[C \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{P} - D \cos 2\pi \frac{t}{P} \right] +$$

$$+ \theta''_o \left[C \operatorname{sen} 2\pi \left(\frac{t - \lambda_o}{P} \right) - D \cos 2\pi \left(\frac{t - \lambda_o}{P} \right) \right]$$

Os valores máximo e mínimo verificar-se-ão para

$$2\pi \frac{t}{P} = \operatorname{arc\,tg} \frac{\theta'_o C + \theta''_o \cos \beta - \theta''_o D \operatorname{sen} \beta}{-\theta'_o D - \theta''_o C \operatorname{sen} \beta - \theta''_o D \cos \beta} \tag{11}$$

A expressão (11) transforma-se na expressão (9) para $\theta'_o = \theta''_o$.

Para se obterem os valores máximo e mínimo de $\bar{\theta}$ (t) substituem-se os valores de $2\pi \frac{t}{P}$ dados por (11) na expressão de $\bar{\theta}$ (t).

Os valores de C e D estão representados na fig. 5 em função de L_c.

A desfasagem entre a temperatura média ou a temperatura no ponto e a temperatura na face x = 0 é dada ainda por

$$\lambda = \left(2\pi \frac{t}{P} \right)_{mín} + \frac{\pi}{2}$$

4. *Exemplo de aplicação.*

Suponhamos que se pretende conhecer qual a distribuição das temperaturas numa dada secção de uma barragem, no instante em que a temperatura média atinge o seu valor mínimo e no instante em que atinge o seu valor máximo, sendo conhecidos:

Temperatura média anual do ar . . . . . $T_m = 16^o$ C

Onda anual da temperatura do ar . . . . . $9 \operatorname{sen} 2\pi \frac{t_a}{365}$

Onda quinzenal da temperatura do ar . . . . . $5 \operatorname{sen} 2\pi \frac{t_q}{15}$

Onda diária da temperatura do ar . . . . . $4{,}5 \operatorname{sen} 2\pi \frac{t_d}{1}$

Temperatura média anual da água . . . . . $T_{mag} = 12^o$ C

Onda anual da temperatura da água . . . . . $2 \operatorname{sen} 2\pi \left(\frac{t_a - 105}{365} \right)$

Espessura da secção considerada . . . . . L = 16,20 m

Difusibilidade térmica do betão . . . . . $h^2 = 0{,}09\ m^2\ dia^{-1}$

O cálculo está feito no quadro junto e os resultados estão apresentados na fig. 7. Não se considerou o efeito da radiação solar sobre o paramento de jusante da barragem.

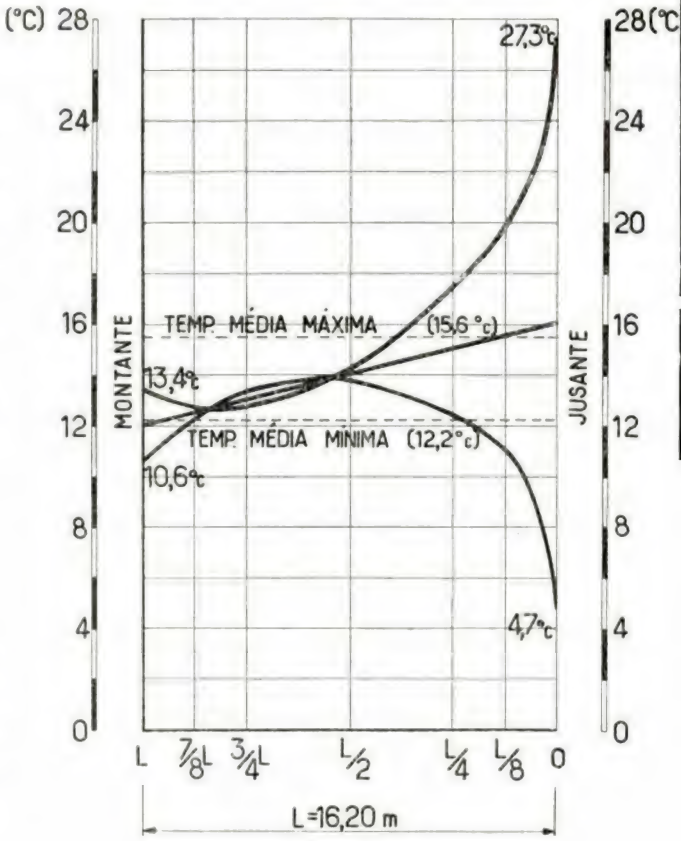


Fig. 7

Diagramas das temperaturas médias máxima e mínima numa dada secção

As temperaturas calculadas para cada ponto ao longo da secção podem não ser as mínimas possíveis nesses pontos mas são aquelas que dão a mais baixa temperatura média que é precisamente a temperatura que interessa considerar no cálculo de uma barragem. Dá-se também, em regra, a circunstância de as temperaturas médias mínimas não se verificarem no mesmo instante em todas as secções da barragem. Sucede porém, em regra, que a maioria das secções consideradas no cálculo de uma barragem, à excepção da do coroamento, têm os seus mínimos de temperatura

QUADRO

TEMPERATURA MÉDIA ANUAL DO AR

$T_m = 16^o\ C$

TEMPERATURA MÉDIA ANUAL DA ÁGUA

$T'_m = 12^o\ C$

ONDA ANUAL DO AR

$$\theta_{ma} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{P_a} t_a = 9 \operatorname{sen} \frac{2\pi}{365} t_a$$

ONDA QUINZENAL DO AR

$$\theta_{mq} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{P_q} t_q = 5 \operatorname{sen} \frac{2\pi}{15} t_q$$

ONDA DIÁRIA DO AR

$$\theta_{md} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{P_d} t_d = 4{,}5 \operatorname{sen} \frac{2\pi}{1} t_d$$

ONDA ANUAL DA ÁGUA

$$\theta_{mag} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{P_a} (t_a - \lambda) = 2 \operatorname{sen} \frac{2\pi}{365} (t_a - 105)$$

$L = 16{,}20$ m

$h^2 = 0{,}09\ m^2\ dia^{-1}$

$$L_{ca} = \frac{L}{\sqrt{h^2 P_a}} = \frac{16{,}20}{5{,}73} = 2{,}83$$

$C = 0{,}100$

$D = 0{,}105$

$$L_{cq} = \frac{L}{\sqrt{h^2 P_a}} = \frac{16{,}20}{1{,}16} = 14{,}0$$

$$L_{cd} = \frac{L}{\sqrt{h^2 P_d}} = \frac{16{,}20}{0{,}3} = 54{,}0$$

$\beta = \frac{2\pi}{P_a} \lambda = 104^o$ $\quad$ $\operatorname{sen} \beta = -0{,}970$ $\quad$ $\cos \beta = -0{,}242$

$$\alpha_a = \operatorname{arc\,tg} \frac{C\,\theta_{ma} + C\,\theta_{mag} \cos \beta - D\,\theta_{mag} \operatorname{sen} \beta}{-D\,\theta_{ma} - C\,\theta_{mag} \operatorname{sen} \beta - D\,\theta_{mag} \cos \beta} = \operatorname{arc\,tg} -0{,}596 = -30^o\ 50'$$

$\operatorname{sen} \alpha_a = 0{,}513$ $\quad$ $\cos \alpha_a = 0{,}859$

$\alpha_a - \beta = 134^o\ 50'$ $\quad$ $\operatorname{sen} (\alpha_a - \beta) = -0{,}709$ $\quad$ $\cos (\alpha_a - \beta) = -0{,}705$

$\alpha_q = -45^o$ $\quad$ $\operatorname{sen} \alpha_q = -0{,}707$ $\quad$ $\cos \alpha_q = +0{,}707$

$\alpha_d = -45^o$ $\quad$ $\operatorname{sen} \alpha_d = -0{,}707$ $\quad$ $\cos \alpha_d = +0{,}707$

NOTA: O ângulo $\alpha_a = -30^o\ 50'$ é o que dá origem ao mínimo de temperatura média na secção considerada. O ângulo de máximo é $\alpha_a = 149^o\ 10'$.

X	ONDA ANUAL A JUSANTE					ONDA ANUAL A MONTANTE					ONDA QUINZENAL					ONDA DIÁRIA					TEMPERATURAS QUE CONDUZEM	
	$_aA_x$	$_aB_x$	(1) $_aA_x \operatorname{sen} \alpha_a$	(2) $-_aB_x \cos \alpha_a$	$\theta_a =$ $\lvert (1) + (2) \rvert\ \theta_{ma}$	$_aA_{L-x}$	$_aB_{L-x}$	(1) $_aA_{L-x} \operatorname{sen} (\alpha_a - \beta)$	(2) $-_aB_{L-x} \cos (\alpha_a - \beta)$	$\theta_{ag} =$ $\lvert (1) + (2) \rvert\ \theta_{mag}$	$_qA_x$	$_qB_x$	(1) $_qA_x \operatorname{sen} \alpha_q$	(2) $-_qB_x \cos \alpha_q$	$\theta_q =$ $\lvert (1) + (2) \rvert\ \theta_{mq}$	$_dA_x$	$_dB_x$	(1) $_dA_x \operatorname{sen} \alpha_d$	(2) $-_dB_x \cos \alpha_d$	$\theta_d =$ $\lvert (1) + (2) \rvert\ \theta_{md}$	À MÉDIA MÁXIMA ($-\Sigma\theta$)	À MÉDIA MÍNIMA ($\Sigma\theta$)
0	1	0	−0,513	0	−4,6	0	0	0	0	0	1	0	−0,7	0	−3,5	1	0	−0,707	0	−3,2	11,3	−11,3
L/8	0,43	0,31	−0,221	−0,266	−4,4	0	0	0	0	0	0	0,035	0	−0,025	−0,1	0	0	0	0	0	4,5	−4,5
L/4	0,08	0,27	−0,041	−0,232	−2,5	0	0,01	0	0,007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	−2,5
L/2	0	0,04	0	−0,034	−0,3	0	0,04	0	0,028	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	−0,2
$\frac{3}{4}$ L	0	0,01	0	−0,009	−0,1	0,08	0,27	−0,057	0,190	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	−0,2	0,2
$\frac{7}{8}$ L	0	0	0	0	0	0,43	0,31	−0,305	0,219	−0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	−0,2
L	0	0	0	0	0	1	0	−0,709	0	−1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	−1,4

média em datas pouco afastadas, pelo que se poderá considerar uma certa data como sendo a de temperatura mínima média na barragem, e uma data afastada seis meses dessa como sendo a de temperatura média máxima na barragem.

No caso apresentado o regime permanente é definido por um diagrama recto em que o valor da temperatura é de 16° C a jusante e 12° C a montante. As temperaturas calculadas para os pontos da secção deverão pois ser marcadas a partir do diagrama recto. Para obter depois as temperaturas média máxima e média mínima basta planimetrar as áreas definidas pelos diagramas e dividí-las pela base.

O mínimo da onda anual do ar verifica-se em 1 de Janeiro para sen $\frac{2\pi}{365} t_a = -90^o$.

Como o mínimo da temperatura média da secção considerada se verifica para $\alpha_a = -30^o\ 50'$ o atraso é de 59° 10'. O atraso em tempo é pois

$$\frac{59^o\ 10'}{360^o} \times 365 \text{ dias} = 60 \text{ dias}$$

O mínimo de temperatura média da secção terá pois lugar em 1 de Março e o máximo de temperatura média terá lugar em 1 de Setembro.

5 — *Agradecimentos.*

Agradece-se ao Eng.° Joaquim Laginha Serafim, chefe da secção de Barragens do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, a revisão do trabalho.

REFERÊNCIAS

(1) — Ingersol, L. R.; Zobel, O. J.; Ingersol, A. C. — Heat Conduction. Mac Graw Hill Book Co., 1948.

(2) — Arredi, F. — Le Sollecitazioni Indotte dalle Variazioni di Temperatura nelle Dighe ad Arco. Giornalle del Genio Civile. Anno 85.°, Feb. 1947.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91,0 % dos totais do País.*

NOVEMBRO

I — Breve nota mensal

Neste mês deve assinalar-se o facto de ter entrado em exploração o aproveitamento de Paradela, trabalhando a fio de água numa 1.ª fase.

Em contraste com o que se vinha verificando, o mês de Novembro foi do ponto de vista hidrológico extremamente seco.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	145,5	184,8	+ 27
Produção térmica (P_t)	6,5	0,0	—100
Produção total (P_T)	152,0	184,8	+ 22
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	29,7	40,7	+ 37
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	116,7	135,5	+ 16
Consumo total (C_T) . . . . (1)	146,4	176,2	+ 20

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

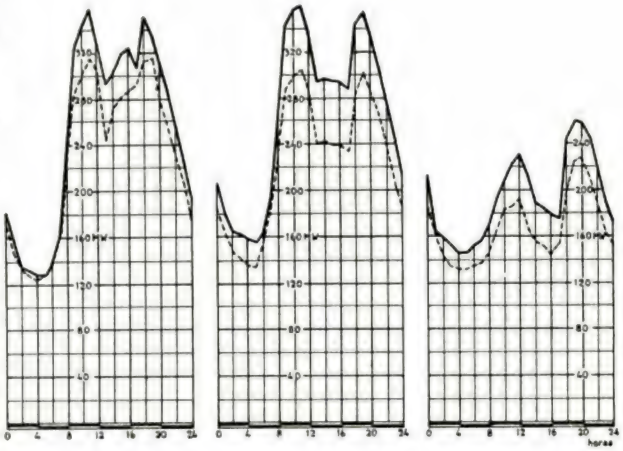
	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	1497,7	1801,9	+ 20
Produção térmica (P_t)	52,1	4,9	— 91
Produção total (P_T)	1549,8	1806,8	+ 17
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	307,9	430,0	+ 40
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	1179,5	1309,2	+ 11
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	1487,4	1739,2	+ 17

Nota:

(1) Vidé nota referente ao mês de Agosto de 1956.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	16-11-955	21-11-956
Produção hidráulica (P_h) — MWh	5360	6191
Produção térmica (P_t) — MWh . .	182	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	5542	6191
Utilização da ponta (U) — horas	17,4	16,9
Factor de carga (α)	0,73	0,70
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,39	0,35



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Venda Nova	30,7	23,3
Salamonde	4,3	15,3
Caniçada	22,7	67,6
Guilhofrei	0,5	6,1
Lagoa Comprida	6,0	20,3
Santa Luzia	6,4	18,8
Cabril	130,0	39,3
Castelo do Bode	121,9	74,2
Pracana	1,0	9,9
Póvoa	5,8 (2)	42,4
Total	330,5	41,5

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras, definido como se indica na nota correspondente ao mês de Agosto de 1956.

(2) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio.

C. D. U. 517.531

POTÊNCIA DE EXPOENTE FRACCIONÁRIO

(UM APONTAMENTO)

PELO ENG.º MANUEL FRIAS DE ALMEIDA E SÁ
Assistente do I. S. T.

I. Introdução

Na teoria dos Números Complexos a duas unidades surge o problema da definição de Potência de Expoente Fraccionário. Segundo alguns autores, deve entender-se

1) $$z^{\frac{m}{n}} \equiv \left(\sqrt[n]{z}\right)^m \quad ^{(1)};$$

segundo outros, deve ser

2) $$z^{\frac{m}{n}} \equiv \sqrt[n]{z^m}$$

Como se sabe [2], só é $\left(\sqrt[n]{z}\right)^m = \sqrt[n]{z^m}$ quando n e m são números primos entre si.

Consultando os livros e tratados, não se encontra uniformidade neste ponto. Basta ler, entre nós, as obras de Gomes Teixeira, Bento Caraça e Vicente Gonçalves para encontrar diversidade na definição, diversidade essa não discutida, nem, portanto, justificada nelas.

Evidentemente, não podemos decidir o caso pela «autoridade», comparando a fama dum destes mestres com as qualidades pedagógicas doutro ou os conhecimentos dum terceiro.

Como a opção por uma daquelas duas definições não põe problemas imediatos de coerência lógica ao desenvolvimento da Teoria dos Números Complexos, o caso tem que ser decidido noutra base; propõe-se aqui, neste apontamento, uma solução.

Quanto ao interesse do problema, ele é duplo: de ordem didáctica, pela conveniência que há em justificar uma definição; de ordem concreta, pela importância crescente que a Teoria dos Números Complexos tem nas Técnicas. De resto, evocam-se, a propósito, os problemas da possibilidade e univocidade da Potenciação de Expoente Fraccionário no campo restricto dos Números Reais.

II. Desenvolvimento

A definição de Potência de Expoente Fraccionário tem, como interesse prático, a redução de um misto de operação directa e operação inversa — potenciação e radiciação — à operação directa, isto é, à potenciação, simplificando as operações e os cálculos e permitindo, no caso dos números reais, em especial, uma aplicação mais cómoda dos logaritmos a expressões.

No campo dos Números Reais, a possibilidade e a univocidade da operação de radiciação dependem do sinal do radicando e da paridade do índice. Comparem-se, por exemplo, as radiciações e potenciações seguintes, feitas sobre um número real r (que pode considerar-se racional por comodidade de raciocínio; raciocínio esse que se generaliza a números irracionais, pela definição e pelas propriedades destes) quer quanto às respectivas possibilidades de efectuação quer quanto à multivocidade dos resultados:

$$\left(\sqrt{r}\right)^3 \qquad \left(\sqrt[4]{r}\right)^6 \qquad \left(\sqrt[6]{r}\right)^9$$

$$\left(\sqrt[3]{r}\right)^2 \qquad \left(\sqrt[6]{r}\right)^4 \qquad \left(\sqrt[9]{r}\right)^6$$

$$\left(\sqrt[5]{r}\right)^3 \qquad \left(\sqrt[10]{r}\right)^6 \qquad \left(\sqrt[15]{r}\right)^9$$

$$\left(\sqrt[3]{r}\right)^5 \qquad \left(\sqrt[6]{r}\right)^{10} \qquad \left(\sqrt[9]{r}\right)^{15}$$

$$\left(\sqrt[4]{r}\right)^2 \qquad \sqrt{r} \qquad \left(\sqrt[8]{r}\right)^4$$

$$\left(\sqrt{r}\right)^4 \qquad r^2 \qquad \left(\sqrt[4]{r}\right)^8$$

---

(1) Empregamos, correntemente, o sinal ($\equiv$) sempre que se trata duma definição, de preferência ao sinal ($=$), por razões didácticas.

(2) Das propriedades da Radiciação de Números Complexos.

Observações idênticas (embora diferentes em cada caso particular) se fazem para:

$$\sqrt{r^3} \qquad \sqrt[4]{r^6} \qquad \sqrt[6]{r^9}$$

$$\sqrt[3]{r^2} \qquad \sqrt[6]{r^4} \qquad \sqrt[3]{r^6}$$

etc.

Conclui-se, assim, fàcilmente que, só considerando a base positiva e apenas as raízes positivas, se pode definir a Potenciação de Expoente Fraccionário, no campo real, como uma operação sempre possível e uniforme, como convém a toda a definição matemática. Nestas condições:

$$\left(\sqrt[n]{r}\right)^m = \sqrt[n]{r^m}$$

3) $r^{\frac{m}{n}} = \left(\left|\sqrt[n]{r}\right|\right)^m = \left|\sqrt[n]{r^m}\right|$, considerando-se sempre $n > 0$.

No campo dos Números Complexos (que inclui o campo restricto dos Números Reais), se adoptarmos a definição 1), generalizam-se todas as propriedades da Potenciação, vindo

1') $z^{\frac{m}{n}} = [\rho(\cos\theta + i \operatorname{sen}\theta)]^{\frac{m}{n}} =$

$= \rho^{\frac{m}{n}} [\cos \frac{m}{n}(\theta + 2k\pi) + i \operatorname{sen} \frac{m}{n}(\theta + 2k\pi)]$

Resultam:

$z^{\frac{m}{n}} = z^{\frac{m.t}{n.t}}$

$z^{\frac{m}{n}} . z^{\frac{p}{q}} = z^{\frac{m}{n} + \frac{p}{q}} = z^{\frac{mq + np}{nq}}$

etc.

Adoptando a definição 2), virá

2') $z^{\frac{m}{n}} = [\rho(\cos\theta + i \operatorname{sen}\theta)]^{\frac{m}{n}} =$

$= \rho^{\frac{m}{n}} [\cos \frac{m\theta + 2k\pi}{n} + i \operatorname{sen} \frac{m\theta + 2k\pi}{n}]$

Com 2'), nem é:

$z^{\frac{m}{n}} = z^{\frac{m.t}{n.t}}$, pois o 1.º membro é n — unívoco e o segundo n . t — unívoco;

nem se pode efectuar um produto

$z^{\frac{m}{n}} . z^{\frac{p}{q}}$, pois nem sequer se podem reduzir os expoentes ao mesmo denominador.

A adopção da definição 1) permite, então, generalizar ao campo dos Números Complexos (que contém o campo dos Números Reais) a Potenciação de Expoente Fraccionário, que é, assim, uma operação sempre possível, independente da forma que possa assumir o valor do expoente, e com um grau de multivocidade n, sendo n o denominador do expoente na sua forma mais simples. Ficam agora dispensadas as restrições feitas, quanto à base e ao sinal da raiz, a propósito da definição 3).

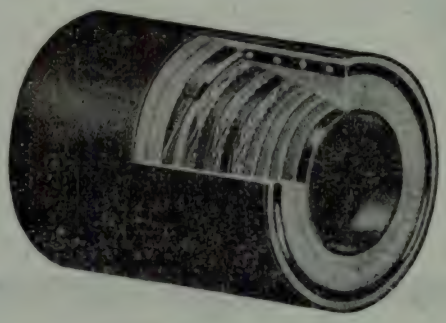
III. Conclusão

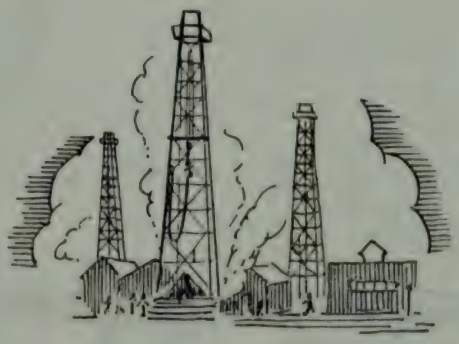
Podemos concluir que apenas a definição 1) interessa do ponto de vista concreto, aqui seguido.

Este é um exemplo, se bem que modesto, de como o Concreto pode pôr directrizes preferenciais à estruturação abstracta, interferência esta que só pode enriquecer o Abstracto no seu conteúdo e valorização.

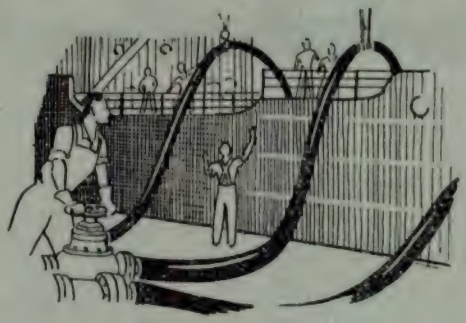
Nas Indústrias do Petróleo

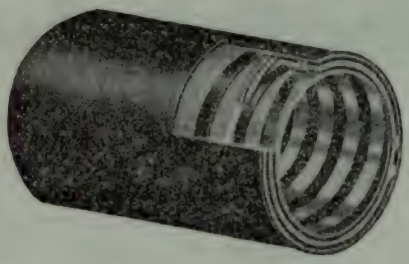
Desde a extracção



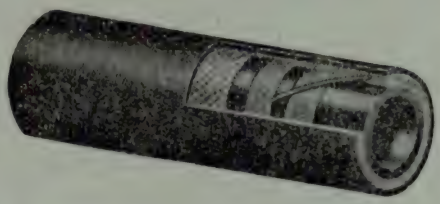


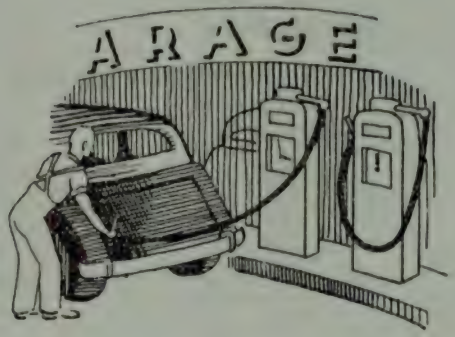
passando pelo transporte





até à distribuição





o nome

GOODYEAR

é conhecido em todo o mundo

Distribuidores exclusivos : **CANELAS & FIGUEIREDO, L.DA**

R. dos Fanqueiros, 46 — LISBOA

Telef. 2 5058 / 2 4502 / 2 1729

Teleg. CANELASCO

UNILENE

Características:

Leveza; grande resistência ao choque, esmagamento e abrasão; boa flexibilidade; grande estabilidade dimensional; perdas de carga mínimas; imunidade à incrustação, insensibilidade às baixas temperaturas; resistência aos ácidos minerais, alcalis e soluções salinas, inatacabilidade por fungos ou roedores. Não tóxico.

Restrições:

A temperatura máxima de serviço contínuo é de 50° C.

Aplicações:

Construção Civil, Indústria Química, Condutas desmontáveis ou fixas para cerveja, agricultura, vinicultura, sulfato para as vinhas, estábulos, nitreiras, centrais leiteiras, sumos de frutos, águas ácidas, água salgada ou calcárea, condutas de água e ar nas minas, pedreiras, etc.

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Tele { gramas UNISOTRA
fone (prov.) 5 2102

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Tele { gramas UNISOTRA
fone 2 0448 - 36 7488 - 36 7489

C. D. U. 551.491.08

A radiestesia na prospecção de águas subterrâneas

"Uma prática de larga mas injustificada aplicação"

Palestra proferida em 4 de Abril de 1956, na Ordem dos Engenheiros,

PELO ENG.º DE MINAS PEDRO LOPES PARADELA

Chefe do Serviço de Hidrologia da Zona Sul
da Direcção de Serviços de Salubridade
(D. G. S. U. — M. O. P.)

É conhecido de todos os que se dedicam a problemas de geo-hidrologia em Portugal a aceitação dada, de modo geral, aos radiestesistas, não só pelos particulares que pretendem executar alguma captação mas também, o que é mais grave, pelas próprias Municipalidades e até mesmo alguns Serviços Públicos. Mais desconcertante ainda é o facto de alguns, embora raros, colegas hesitarem, por não lhes ser bastante familiar o assunto, na atitude a tomar perante o problema que se lhes põe, quando não são mesmo adeptos do pseudo processo de prospecção pela «varinha mágica».

Pretendo aqui dar a conhecer a todos os interessados o conceito geral que os geo-hidrologistas têm sobre a radiestesia, e, além disso, dar igualmente a conhecer resultados de algumas pesquisas efectuadas em locais aconselhados por radiestesitas. Não me dispensarei, também, de manifestar a minha opinião, baseada de resto fundamentalmente nos dois citados elementos de informação.

Um facto que à primeira vista ressalta, quando se consulta a literatura relativa à radiestesia, é que todos os indivíduos com cultura profissional geo-hidrológica são unânimes em condenar o seu emprego, pois apenas entre os leigos na matéria se encontra quem defenda a sua utilidade e veracidade.

Em 1935 foi realizada em França pela «Revue du Génie Militaire» um inquérito cujas respostas, insertas nesta revista, foram depois reunidas num livro publicado por André Metz no ano seguinte sob o título «Enquête sur la Radiesthésie».

Aí se vê uma vez mais a divergência entre engenheiros e geólogos, de um lado, e os radiestesistas do outro.

Estes descrevem de modo geral a técnica operatória, mas as suas explicações são confusas e sempre sem a menor base científica, diferindo de autor para autor, embora a grande maioria afirme que o fundamento de radiestesia reside em radiações emitidas pelos objectos a prospectar. Em geral não explicam a natureza da radiação, e a consistência da matéria exposta não resiste a poucos minutos de atenção. O conceito base do articulista é absolutamente vão, quando não mesmo ridículo. Dispenso-me, por isso, de fazer outra qualquer referência a esse tipo de literatura e abordarei apenas os cientistas e técnicos, sobretudo os da nossa época, que sobre o assunto se têm pronunciado.

A radiestesia, que data já do tempo dos medos e persas, teve talvez o seu maior desenvolvimento a partir do século XVI, e originou, inclusivamente, controvérsias científicas. Contudo, a partir do século XIX, o número de cientistas adeptos da radiestesia começou a diminuir até ficarem nesse campo apenas os leigos na questões de Geologia.

Como se verá, um ou outro dos engenheiros adiante citados, afirmando embora que a radiestesia não tem qualquer utilidade nem qualquer relação com os corpos ou substâncias que os radiestesistas procuram, dá a entender, ainda que vagamente, a possibilidade da existência dos fenómenos radiestésicos. É provável que contribua grandemente para a dúvida que lhes fica o desconhecimento da explicação psico-fisiológica que há mais de 100 anos Chevreul encontrou para os movimentos da vara e do pêndulo.

Com efeito, é no campo da Psico-fisiologia que modernamente os diversos autores situam os fenómenos conhecidos pelo nome de radiestésicos.

1 — A explicação psico-fisiológica

Vejamos o que, sobre este assunto, diz André Metz nas conclusões da «Enquête sur la Radiesthésie», de pág. 151 a 155:

«Um sábio, raramente citado pelos autores contemporâneos na matéria, procurou, há pouco menos de um século, esclarecer o problema dos vedores, que se punha já — pelo menos em grande parte — sob o mesmo aspecto que na hora actual.

Foi Chevreul que, encarregado pela Academia das Ciências, em 1853, de um inquérito sobre a varinha, publicou no ano seguinte uma memória extremamente interessante. Fazia aí nomeadamente a história da vara e do pêndulo, mostrando que, desde a antiguidade, existiram vedores cujas descobertas — fontes, objectos escondidos, cadáveres ou mesmo criminosos — constituiram o assunto principal das crónicas. Conta igualmente como se iniciou a lidar com o pêndulo e ficou ele próprio muito impressionado pelo sentimento muito nítido, que parecia impor-se-lhe, de uma força exterior fazendo mover este instrumento.

Reconheceu entretanto muito fàcilmente que as oscilações observadas eram devidas a pequenos movimentos musculares executados pelo indivíduo sem que este disso tenha consciência; estes movimentos são excessivamente fracos, mas contínuos e multiplicados no mesmo «sentido» e quem tiver estudado os fenómenos de resonância sabe que impulsos desta espécie, convenientemente ritmados, chegam a imprimir a massas consideráveis — com mais forte razão a massas fracas como as dos pêndulos dos vedores — movimentos importantes.

Notemos, a este respeito, que uma demonstração duma propriedade análoga foi feita ultimamenta no que diz respeito à varinha por M. Pierre Antoine. Esta, com efeito, constitui uma mola, isto é um sistema instável cuja forma varia bruscamente por um esforço muito fraco. Pequenos movimentos inconscientes podem portanto ser revelados por este instrumento que lhes amplia consideràvelmente os efeitos.

De resto é fácil verificar estes pequenos movimentos observando um pouco de perto a mão de um vedor manejando um pêndulo. Chevreul observou, por outro lado, que se o braço do operador estiver apoiado as oscilações diminuem, e que se a mão estiver apoiada elas desaparecem por completo.

A origem dos movimentos do pêndulo ou da vara está pois nos pequenos impulsos musculares daquele que os segura. Até este ponto da sua demonstração Chevreul está de acordo com a grande maioria dos autores, incluindo vedores, que têm tentado analisar estes fenómenos. Mas onde se torna absolutamente original, é nas narrativas das experiências que levou a cabo para determinar a causa dos próprios movimentos musculares.

Depois de ter feito oscilar o pêndulo por cima de diversas substâncias, corpos electrisados, etc., e verificado assim, ele próprio, os diferentes resultados enunciados pelos vedores, vendou os olhos e verificou imediatamente uma *diminuição de amplitude das oscilações*, donde concluiu haver uma *influência da vista sobre o órgão muscular*, sempre sem que o indivíduo disso tenha a menor consciência.

Entretanto, as oscilações, que tinham diminuído, não tinham desaparecido, e Chevreul aproveitou o facto para fazer executar por ajudantes experiências diversas. Os resultados foram muito nítidos: os objectos cuja presença tinha por efeito provocar oscilações quando ele os via, deixavam de ter influência quando eram aproximados sem seu conhecimento. Inversamente, os objectos que ordinàriamente faziam parar as oscilações não exerciam qualquer efeito deste género desde que o sábio os não visse.

Concluiu que se tratava de movimentos musculares provocados, não pela vontade, mas pela imaginação.

A influência da imaginação sobre a actividade muscular era muito pouco conhecida no tempo de Chevreul. Ela constituiu, depois, o objectivo de trabalhos importantes da parte dos fisio-psicólogos, e é absolutamente clássico na hora actual afirmar que toda a *imagem* no sentido psicológico (imagem visual, auditiva ou táctil) é acompanhada de um esboço de movimento. Chevreul parece ser um dos primeiros que chamaram a atenção para estes fenómenos. Ele fez notar que quando a atenção se fixa sobre um

passáro que vôa, sobre uma pedra que fende o ar, sobre a água que corre, o corpo do espectador dirige-se duma maneira mais ou menos pronunciada na direcção da linha do movimento. Do mesmo modo, diz ele, um jogador de bilhar segue com todo o corpo o movimento da bola depois da jogada. Um homem sujeito a vertigens dirige-se, apesar dos seus esforços, em direcção ao abismo, só por pensar que pode aí cair.

O facto é muito geral e não se pode de modo algum pensar num objecto que feriu a vista sem esboçar os movimentos dos olhos que permitiriam seguir os seus contornos ou os traços principais. Não se pode, quando se relembram certos gestos já efectuados ou quando se imaginam outros, deixar de esboçar de maneira inconsciente movimentos imperceptíveis que são na realidade o início de gestos.

São movimentos desta ordem que, segundo Chevreul, são provocados pela vista dos objectos procurados pelo vedor ou — no caso dos objectos estarem escondidos — pelo pensamento de que esses objectos se possam encontrar na proximidade.

Não há dúvida que a teoria de Chevreul explica muitos factos que pareciam incompreensíveis com todas as outras hipóteses.

Primeiro, ela dá perfeitamente conta da impressão que sofrem todos os vedores de serem movidos por uma força exterior, impressão que está na base da sua convicção da excelência dos seus métodos.

Por outro lado, concebe-se perfeitamente que radiestesistas cheguem, à força de se exercitarem numa região relativamente limitada, a conhecer os «sinais da superfície» que correspondem às águas subterrâneas e a servir-se deles de maneira quase inconsciente tal como um bom caçador que conhece perfeitamente uma região se encontra na pista da caça muitas vezes sem saber como.

Compreende-se também porque motivo os vedores são muitas vezes, por confissão própria, enganados por aquilo a que chamam *imagens*, isto é, por objectos que não existem senão na sua própria imaginação.

Explica-se fàcilmente, enfim, porque razão o vedor que trabalha com o pêndulo sobre uma fotografia — um de entre eles testemunhou-nos a este respeito a sua estupefacção quando este incidente lhe aconteceu pela primeira vez — não encontra as reacções características do papel sensível e da emulsão fotográfica, mas sim as dos objectos que nele se encontram representados. O mesmo acontece com os desenhos. Reside aí, sem dúvida, a origem da «teleradiestesia», da prospecção sobre cartas, etc., que tem conduzido a tantos fracassos de vedores célebres.

Mas, dir-se-à, não há apenas fracassos. Há igualmente sucessos. Os jornais, as obras sobre a matéria estão cheias de narrações de descobertas feitas por vedores.

Sim, mas estas narrativas são geralmente feitas por vedores. O som das badaladas é muito diferente quando se pedem esclarecimentos àqueles *para quem os vedores trabalharam.*»

* * *

Também o Eng.º Claúdio Mistrangelo, no seu tratado «Provvista e Distribuzione di Acqua Potabile», se refere ao assunto a pág. 58 e 59 da sua edição de 1945, dizendo o seguinte:

«O prof. Marb (de Psicologia na Universidade de Wurzburg) dá esta interessante interpretação do fenómeno. Se a vara deve indicar mediante movimento brusco a existência de água, segundo a teoria dos psicólogos são necessárias duas premissas: primeiro, o radiestesista deve saber onde se encontra a água, e segundo, deve estar convencido de que a vara se move quando ele está na proximidade da água. Quando ele, admitindo tais premissas, espera o movimento da vara, suscita no seu organismo movimentos involuntários que determinam esse movimento. Ele é assim levado a crer que o movimento seja determinado puramente por uma acção física emanante da água. Esta teoria é também confirmada pelo facto de que geralmente os radiestesistas são bastante hábeis na pesquisa de água e minerais e com ou sem vara encontrariam igualmente o mineral que procuram.»

* * *

A revista «Science et Vie», no seu número de Janeiro de 1956, publica de pág. 90 a 120 um artigo intitulado «Faut-il croire á la Radiesthésie?» donde transcrevi as linhas que vão seguir-se:

«Um médico de Lyon, o Dr. Jean Jarricot, metafísico, que é sobremaneira favorável, em princípio, à radiestesia, tentou em 1949, um

grande número de experiências com o auxílio de aparelhos que inscreviam automàticamente o ritmo respiratório e os movimentos do pêndulo. Chegou á seguinte conclusão:

Parece lícito pensar que as oscilações do pêndulo estão ligadas parcialmente aos pequenos movimentos dos músculos que suportam, meio contraídos, o braço direito. Mas estas oscilações mudam de ritmo e de amplitude no momento em que o radiestesista avaliou que o comportamento do seu pêndulo era significativo. É impossível recusar admitir a intervenção de uma influência psico-motora sobre a origem dos movimentos de ordem mecânica.

Nestas condições, poderemos tirar já uma conclusão que não é destituída de importância:

— Parece inútil apelar para forças misteriosas para explicar os movimentos do pêndulo. Não se encontra neste fenómeno muito simples senão a transmissão de automatismo respiratório e manifestações emocionais».

* * *

Interessante depoimento também é do Eng.º L. B. Escritt, a páginas 111, 656 e 657 do seu tratado «The work of the Sanitary Engineer», edição de 1949.

Depois de afirmar que muitas vezes se recorre a vedores em lugar de geo-hidrologistas dadas as características misteriosas do assunto que, para muitas mentes, constituem um verdadeiro atractivo, declara que, para os psicólogos, a radiestesia não é mais que uma manifestação de auto-hipnose, durante a qual o indivíduo, se bem que aparentemente normal, se torna mais ou menos inconsciente de pequenas acções musculares. Por tal motivo, embora o vedor creia honestamente que as acções transmitidas à varinha vêm do exterior, elas são na realidade devidas apenas a pequenos movimentos dos seus músculos. E mais adeante:

«Se o vedor tivesse que fazer movimentos violentos onde quer que encontrasse água, ele podia tornar-se consciente de que estava a comandar a varinha; mas, como foi demonstrado por vários jogos psicológicos de sala, a maior parte das pessoas são capazes de efectuar inconscientemente pequenos movimentos involuntários».

Na opinião do Engenheiro Escritt, a vara nas mãos do vedor é mantida em estado de equilíbrio instável, submetida a um momento flector. Nesse estado a vara é extremamente sensível e qualquer pequeno movimento das mãos do vedor provoca uma violenta deslocação da forquilha para cima ou para baixo. Quando o individuo não é «sensível», isso significa que a forquilha não está segura na posição conveniente.

O autor do tratado em questão construiu um aparelho onde a vara pode ser colocada apenas na posição correcta. Antes de o descrever, porém, parece-me conveniente abrir um parêntesis e dizer algumas palavras sobre o funcionamento da vara.

* * *

Tive já ocasião de tomar contacto com alguns radiestesistas e inevitàvelmente, com a própria varinha.

Devo confessar que nos primeiros tempos da minha vida profissional, se, na realidade, não me considerava adepto da radiestesia, também não podia situar-me no campo oposto, dada a ausência absoluta de elementos esclarecedores com que lutava.

A mim próprio impuz a missão de me esclarecer convenientemente, e foi com grande satisfação e compreensível curiosidade que um dia tive oportunidade de ver pela primeira vez trabalhar um radiestesista e de poder também operar.

Se algumas dúvidas me restassem quanto à causa dos movimentos da vara, ela ter-se-iam desvanecido por completo.

Na realidade, tudo se passa como o Eng.º Escritt descreve, e as conclusões a que cheguei são análogas às suas — facto que para mim tem tanto mais importância quanto é certo que foram obtidas antes de que me fosse dado conhecer a opinião daquele engenheiro, e portanto fora de qualquer sugestão.

A vara de vedor, ou forquilha, tem a forma de um V, mantendo as suas hastes, quando em repouso, um alinhamento recto mais ou menos perfeito. Contudo, para tomar a posição em que é usada, as duas hastes são submetidas, como a figura mostra, a uma flexão de modo que cada uma delas forma dois alinhamentos rectos ligados por um pequeno arco de círculo. Ao mesmo tempo o ângulo formado pelo V da forquilha deve ser forçado a tomar um valor menor que o valor que tem habitualmente. Este ângulo e o ângulo formado pelos dois alinhamentos rectos

de cada haste são muito importantes, pois quanto menores forem mais sensível será o instrumento.

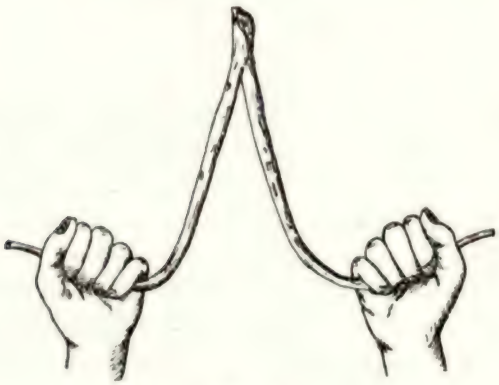


Fig. 1

Para que a vara não fracture fàcilmente, ao ser flectida, convém que seja de madeira flexível, como por exemplo pessegueiro, aveleira, salgueiro, etc., servindo-se alguns radiestesistas mesmo de varas de arame de aço.

Para se encontrar em boa posição é preciso que a forquilha, depois de dobradas e forçadas uma contra a outra as suas hastes, defina um plano único.

Esse plano pode ser qualquer, e depende do operador; mas verifica-se que geralmente ocupa uma posição intermédia entre a vertical e a horizontal, mais próxima daquela, ficando o vértice da forquilha para cima.

A reacção natural da forquilha manifestar-se-à por uma tendência para abrir o ângulo V e para endireitar as duas hastes, procurando levar as extremidades a deslizarem no plano em que se encontram, no que é contrariada pelos esforços que as mãos lhes aplicam.

Enquanto a forquilha definir um plano, nenhum movimento anormal se verificará. Mas é fácil concluir que, logo que o vértice sofra um desvio para fora desse plano, ele deslocar-se-á violentamente no mesmo sentido desse desvio procurando ficar numa posição tal que o ângulo formado pelos dois alinhamentos de cada haste seja o maior possível — pois para tal posição o esforço de flexão é mínimo. Vê-se, no caso da figura, que a nova posição de equilíbrio que a forquilha procura é a que se obteria quando o vértice descrevesse um arco de círculo de 180º num plano normal ao plano do papel. Simplesmente, a contrariar aquela tendência da vara há o aperto das mãos que não deixam rodar as extremidades das hastes.

Deve notar-se que o mesmo fenómeno se verificará quando, em lugar do desvio sofrido pelo vértice da forquilha, por exemplo por um balançar das mãos, se executa uma imperceptível torção dos antebraços em torno dos seus eixos longitudinais. Essa torção desloca as extremidades das hastes para fora do plano inicialmente definido pela vara, conservando-se no entanto, o vértice neste plano.

Se a torção se dá para fora, isto é, de modo a que os polegares se desloquem para trás do plano da forquilha, o vértice deslocar-se-à em direcção a nós; se a torção se dá para dentro, isto é, de modo a que os polegares se desloquem em direcção a nós, o deslocamento do vértice verificar-se-à no sentido oposto.

Isto significa que a forma conferida inicialmente à forquilha corresponde a um equilíbrio instável das partes que a compõem.

Tem-se, de resto, nìtidamente esta sensação ao trabalhar com a forquilha, pois, além do esforço para manter as hastes curvas e o vértice contraído, há que efectuar ligeiros movimentos que contrariem a natural tendência que ela tem para deixar a posição de equilíbrio instável.

Quando, por menos atenção, fadiga mental ou muscular, movimentos bruscos devidos à marcha, movimentos musculares inconscientemente comandados pelo cérebro, ou outra qualquer razão se deixa romper o equilíbrio, isto é, quando o afastamento do vértice em relação ao plano inicial é sensível, já se não poderá impedi-lo de descrever parte do arco de círculo a que me referi atrás, a menos que se torçam bruscamente as mãos no mesmo sentido do deslocamento.

Por outro lado, visto que as extremidades das hastes estão firmemente agarradas elas não podem executar o movimento da rotação, em torno do seu eixo longitudinal, indispensável para que as fibras não fiquem agora submetidas a esforços de torção. Bastaria aligeirar a pressão para se verificar que elas rodariam entre as mãos com uma fricção maior ou menor consoante o grau de liberdade que se lhes tivesse concedido.

Este fenómeno é também altamente confuso para os leigos e, diga-se de passagem, não apenas para eles, mas igualmente para quem não conheça ou não tenha ponderado devidamente o problema. Devido a ele tem-se a sensação nítida de que

qualquer coisa puxa o vértice da forquilha e a deslocação deste não pode impedir-se por mais fortemente que se segurem as hastes. E quanto mais fortemente elas se segurarem tanto mais enérgicamente se fará sentir nas mãos o esforço de torção a que as hastes ficam submetidas.

É, afinal, sensação análoga à que teríamos se tentássemos deter uma cambota em movimento agarrando-a fortemente num dos seus apoios. A única diferença reside no facto de, no caso da forquilha, ser possível um largo movimento do vértice, apesar de as extremidades das hastes se conservarem absolutamente imóveis, à custa da torção que as hastes sofrem.

Quere dizer, transformou-se, devido à reacção das hastes, parte do esforço de flexão a que estas estavam submetidas em esforço de torção.

* * *

Passemos, então, ao aparelho idealizado pelo Eng.º Escritt.

Consta de dois pedaços de madeira destinados a desempenhar a função das mãos, isto é, a segurar a vara, cujas hastes são introduzidas em dois orifícios existentes, um em cada pedaço de madeira.

Cada um destes é solidário com uma travessa de madeira e as duas travessas são unidas por uma dobradiça.

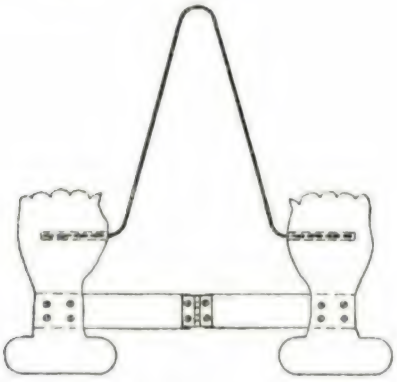


Fig. 2

Servindo-se de um arame em vez de uma vara de madeira o Eng.º Escritt verificou que, quando qualquer indivíduo segurava o aparelho, pegando nos dois pedaços de madeira, depois do arame se encontrar na posição da figura, era quase completamente impossível mantê-lo nessa posição, pois o mais leve movimento das mãos deslocava imediatamente o vértice, para a frente ou para trás, em relação ao plano da figura, *«quer se estivesse ou não na presença de água»*.

* * *

Para mostrar que os movimentos musculares que comandam a vara são pràticamente imperceptíveis para os circunstantes, citarei um exemplo passado comigo.

Durante as pesquisas de água para o abastecimento de um concelho do Algarve encontrei-me, a certa altura, em presença de um radiestesista que pretendia resolver o problema a partir de determinado local.

Apesar de não ter escondido a minha descrença na eficácia do processo (?), não me fiz rogado a assistir «in loco» ao trabalho, que foi também presenciado pelo Presidente do Município e pela vereação respectiva.

O radiestesista «descobriu», muito fàcilmente, a existência de várias «veias» que se cruzavam em determinado ponto, ideal para a execução de uma captação. Essas «veias» tinham a particularidade de se distribuirem por certa área, de modo que ficavam definidas duas zonas distintas: uma produtiva e outra absolutamente estéril.

Mostrei, então, interesse em ensaiar também o funcionamento da forquilha. Para isso, no dizer do radiestesista, era necessário saber primeiro se eu era «sensível», facto que fàcilmente se esclareceria com uma ligeira digressão pelo terreno, ambos segurando a forquilha numa espécie de sinfonia a 4 mãos.

O resultado deste exame foi absolutamente favorável, e pude, pois, ser lançado nos segredos da «arte». Confirmei todas as «veias» descobertas pelo radiestesista, o que foi de grande importância sobretudo para um ou outro membro da Câmara adepto do processo (?). Mas — facto desconcertante! — passando seguidamente a actuar na zona «estéril» descobri ali maior número de «veias» que as existentes na zona «produtiva». O caso provocou pasmo entre a assistência, pelo menos em parte dela, e o menos surpreendido não foi, em boa verdade, o radiestesista.

É curioso que um dos assistentes continuou convicto da minha «sensibilidade» e «eficiência», em absoluto superior à do radiestessita, só se tendo apercebido do truque depois de elucidado por mim e por outros assistentes

que mais ràpidamente apreenderam o que acabava de se passar.

2 — Experiências controladas

É ponto fora de qualquer dúvida que ao engenheiro só poderão interessar experiências devidamente controladas, mesmo nos casos em que não estiver em causa a idoneidade moral do radiestesista. Passam despercebidos ao radiestesista muitos pormenores que fàcilmente explicariam a razão de certos «sucessos», como veremos adeante. Por idênticos motivos, quando o objecto das experiências é assunto de certa especialização, como é o caso das pesquisas de águas subterrâneas, o controle só poderá ser eficiente quando efectuado por pessoa especializada, como bem se compreende.

No já referido livro «Enquête sur la Radiesthésie» (pág. 88, 89, 156 e 157) citam-se dois casos de «sucessos» de radiestesistas, publicados por radiestesistas, entre eles um do abade Mermet (um radiestesista de nomeada), os quais são negados e descritos de modo bastante diferente por indivíduos que assistiram às operações.

Por esse motivo, a pág. 157, André Metz compara os sucessos contados pelos radiestesistas àqueles contados pelos caçadores lembrando que cada um de nós tem uma tendência natural para dramatizar os episódios em que esteve envolvido, assim como para avolumar a parte que pessoalmente tomou neles, e mesmo transformar um pouco, com toda a boa fé, os fracassos passados em sucessos.

Para demonstrar que entre os radiestesistas esta tendência toma por vezes proporções extraordinárias conta o seguinte caso: um furo com a profundidade de 70 m foi aconselhado por um radiestesista para o abastecimento de água de um campo fortificado do nordeste da França.

O futuro encontrou água, não aos 70, mas aos 184,50 m; simplesmente a água era sulfurosa e imprópria para consumo. Comunicado o caso ao radiestesista este foi de opinião que a análise devia estar errada porque a água tinha de ser boa.

Continuando a referir-se ao controle sobre as experiências André Metz transcreve as seguintes afirmações do abade Mermet:

«Admitamos um cirurgião que descobre um novo método para operar o cancro. Em 100 operações ele teve 80 êxitos e 20 insucessos. O presidente de uma Associação de cirurgiões propõe-lhe duas operações controladas. Resultado: dois fracassos. Seria equitativo concluir: 102 tentativas, 80 sucessos, 22 fracassos. Ao contrário, conta-se assim: 2 ensaios, 2 fracassos».

André Metz faz o seguinte comentário:

«Pois bem: contràriamente ao que pensa o célebre radiestesista, não devem tomar-se em conta as experiências não controladas, pois que, se estas e as controladas se põem em pé de igualdade, para que servirá, então, o controle?».

Refere-se, em seguida, a uma sociedade de radiestesia, fundada em 1933 com o fim de «estabelecer factos duma maneira autêntica e certa e de fornecer assim uma base segura aos sábios, radiestesistas ou não, que tentarão explicá-los». Assentava no princípio de que um resultado não constitui prova, a menos que tenha sido anunciado com precisão antes do começo de uma sondagem, e deveria organizar provas sob o controle de um júri que comportaria membros cujo espírito científico garantiria a autenticidade. Ora, cerca de ano e meio depois, o presidente dessa sociedade escrevia:

«Infelizmente, ainda não podemos estabelecer autênticamente factos de radiestesia. Todos têm ainda presente no espírito o fracasso total das pesquisas sobre plantas quando se quis controlá-las sèriamente; os insucessos dos nossos azes quando se lhes abriu as portas dos laboratórios científicos...

Logo que organizámos provas controladas, seguimos o programa delineado desde o princípio. Sem qualquer falsa vergonha, declaramos não ter obtido nenhum resultado positivo».

Muito diferente, porém, desta linguagem — que revela uma perfeita idoneidade moral do seu autor — é a resposta dada pela Sociedade «Les amis de la radiesthésie» quando lhe foi proposta, pela União Social dos Engenheiros Católicos de França, a execução de experiências controladas.

Nesta resposta declarava-se «não ser desejável parecer que se ponham ainda em debate questões resolvidas».

Citarei, seguidamente, várias experiências a que se referem diferentes autores.

* * *

Da obra já mencionada de Mistrangelo, a pág. 58 e 59:

«Por ocasião do Congresso Radiestésico Internacional» — repare-se que se trata de um congresso de radiestesistas — «realizado em Verona em Março de 1953, foram realizadas experiências com a vara e com aparelhos de pêndulo, uma série das quais incidindo sobre a pesquisa de águas subterrâneas no estado natural, jazigos minerais e cavidades no subsolo, e uma outra série tendente a identificar condutas de água em serviço, massas metálicas prèviamente colocadas no subsolo e cavidades existentes».

«Na primeira série de experiências as profundidades indicadas pelos radiestesistas variaram de 5 a 60 metros numa zona, e de 10 a 144 metros noutra zona: nenhum operador sentiu a presença de cavidades no subsolo».

«Na segunda série de experiências tratava-se de descobrir uma conduta existente a 1,50 m de profundidade: nenhum dos oito operadores conseguiu localizar a conduta. Em outras duas zonas, para a mesma pesquisa conseguiram-se, por dois grupos de operadores, indicações completamente negativas. Na identificação de massas metálicas tentadas por dez operadores, dois identificaram os jazigos metálicos com muita aproximação enquanto os restantes deram indicações absolutamente erradas».

«O Instituto Geológico da Turingia, em Iena, no seu relatório anual para o ano 1929-30 renova a afirmação de que não se pode falar de aplicação prática da radiestesia».

* * *

Na primeira referência que fiz a Mistrangelo citei a afirmação de que os radiestesistas são geralmente pessoas hábeis na pesquisa de águas ou minérios — que encontrariam mesmo sem vara.

Nunca é demais pôr em evidência este facto que pode explicar certos «sucessos« conseguidos em águas freáticas, ou na pesquisa de jazigos minerais próximos da superfície, os quais, de modo geral, mostram sinais exteriores da sua existência. O radiestesista pode ter-se iniciado possuindo já certos conhecimentos práticos de Geo-hidrologia, ou Jazigos Minerais, ou pode ter adquirido esses conhecimentos posteriormente, pelo contacto e observação da Natureza. E esses conhecimentos podem actuar no momento oportuno, consciente ou inconscientemente, provocando as reacções musculares.

Um conheço eu que durante largos anos foi capataz de uma das nossas principais minas, a Mina de S. Domingos. É bastante provável que este não falhasse também o «test» da identificação de jazigos metálicos, acima citado, no qual, entre dez radiestesistas, «apenas» oito falharam *completamente*.

* * *

Também a revista já citada «Science et Vie» se refere ao assunto nos seguintes termos:

«Só experiências bem conduzidas podem determinar a realidade de «um facto» radiestésico. Só então interessa procurar uma explicação.

«Ora estas experiências foram feitas. Um médico Lionês, o Dr. Rendu, fez inúmeras durante mais de vinte anos. Numa delas, por exemplo, que «Science et Vie» reproduziu em pormenor, no seu número de Fevereiro de 1936, procurava-se encontrar, por intermédio de uma planta, uma colecção de medalhas de prata com datas conhecidas colocadas em dez compartimentos duma casa: 86 radiestesistas procuraram dez vezes cada um, ou seja um total de 860 experiências.

«A casa tinha dez divisões, cada radiestesista tinha uma probabilidade em dez de acertar. No total, o acaso só dava 86 probabilidades em 860. Houve 774 reveses, ou seja exactamente 86 êxitos».

Depois de múltiplas experiências análogas, o Dr. Rendu concluiu:

«Se não se lança mão senão de factos fácil e imediatamente controláveis, se se observa atentamente para que o vedor não utilize algum dado extra-radiestésico, se se toma o cuidado de proceder a experiências simples e de fácil repetição, se, sobretudo, se toma em conta a percentagem de sucessos correspondentes à lei do acaso, chega-se à conclusão de que, até agora, pelo menos, os resultados dos radiestesistas que consentem submeter-se a um controle científico são sensìvelmente os mesmos que os dados pelo simples cálculo de probabilidades».

«Em 1935, a União Social dos Engenheiros Católicos tinha já submetido alguns radiestesistas a uma série de experiências controladas.

«O abade G., radiestesista profissional, tentou

primeiramente determinar os polos de um iman. Em 12 experiências registou 4 insucessos e 8 êxitos. Concederam-se-lhe 4 experiências suplementares: 3 insucessos e um êxito. Ao todo, 7 insucessos e 9 êxitos. O acaso dava-lhe uma probabilidade em dois, ou seja 8 êxitos e 8 fracassos. O abade G atribuiu os seus insucessos à presença de uma cave no prédio.

«R., outro radiestesista profissional experimentou determinar os polos de barras magnetizadas, Em onze provas, teve 2 êxitos. As leis do acaso não lhe davam senão uma probabilidade em 31 de ser tão mal sucedido.

«G., procurou a natureza e o local de metais escondidos sob uma folha de papel dividida em 35 rectângulos. Ele indicou para o ouro o rectângulo 24 em vez de 23; para a prata, o 13 em vez de 34, e para o bronze o 9 em vez de 2.

«O abade D. propôs fazer o inventário dos vinhos que se encontravam na cave de um membro do Conselho da União. Enumerou 12 garrafas de «Borgonha», 5 garrafas de um vinho espumoso. Verificou-se que a cave só continha uma garrafa de Bordéus».

Outras experiências empreendidas pela U. S. E. C. não foram menos decepcionantes.

A procura de uma massa de prata enterrada num terreno de 3.500 m^2, a 15 cm de profundidade, feita por três radiestesistas operando a distância e dois operando sobre o terreno, deu este resultado: os primeiros indicaram pontos distantes do local exacto 21 a 50 metros. Os segundos distanciaram-se de 21 a 49 m.

Levados para sobre a massa de prata declararam não sofrer qualquer sensação.

Em 1940 o professor Cuenot, da Academia das Ciências de Paris, submeteu radiestesistas a provas. Num primeiro «test» obteve três respostas diferentes para a mesma doença. Num outro, foram diagnosticadas infecções de ordem ginecológica a partir do exame de urinas de jóvens soldados.

Em face destes insucessos os radiestesistas apresentam uma série de boas razões. A que eles invocam a maior parte das vezes é a remanência, que, segundo eles, é a persistência de reacções de um corpo no local onde se encontrava».

«Que responder a uma afirmação deste género: «O lingote de ouro não está com efeito na caixa que eu indiquei, mas esta caixa conteve ouro antes; foi o que me enganou»?

François Canac, do «Centro Nationale de la Recharche Scientifique» de Marselha imaginou um método que evita uma tal resposta.

Dispôs em círculo 6 caixas, vazias, numeradas de 1 a 6. Um radiestesista colocou-se ao centro e na sua presença meteu-se um lingote de aluminio (de 30 kg) numa das caixas. O radiestesista passou o seu pêndulo por cima da 1.ª caixa: nada de oscilação: da 2.ª, ainda nada; mas chegado à caixa cheia, o pêndulo põe-se a girar. A experiência foi repetida dez vezes: dez vezes o pêndulo reagiu com a mesma certeza. Total de êxitos, 100 %.

Pediu-se então ao radiestesista para deixar a sala, depois fechou-se novamente o lingote, mas desta vez às escondidas do pesquisador. O pêndulo enganou-se. Recomeçou-se dezoito vezes a operação. O pêndulo não acertou senão uma vez, ou seja um total inferior ao que indica um simples cálculo de probabilidades. Era necessário, de resto, que este homem fosse duma perfeita boa fé para se submeter a tal experiência. Mas provou-se que ele apenas agia sob a influência da auto-sugestão.

Todas as vezes, pois, que se submetem radiestesistas a experiências científicas, eles falham. Alguns respondem então: «Se as experiências se desenrolam em meio hostil, nós não podemos pôr-nos em estado de receptividade. Mas, no silêncio do nosso gabinete ou sobre o terreno, nós encontramos o que procuramos».

Este não é o conselho, contudo, dos organismos competentes. Ponde-vos diante de um mapa da França, diz a Repartição de pesquisas geológicas e geofísicas; lançai uma flecha ao acaso; onde ela ficar espetada, haverá oito probabilidades em dez de encontrar água».

* * *

Vejamos o que diz a revista «Le Génie Civil» no seu número de 30 de Maio de 1936, a pág. 517 e 518, sobre experiências levadas a cabo por A. Lumiére, membro correspondente do Instituto de França:

«A. Lumiére, cujos trabalhos científicos, nomeadamente em matéria de biologia médica, são conhecidos de todos, quis documentar-se pessoalmente, dado que os radiestesistas se referem sempre às soluções exactas que encontraram, sem mencionar os fracassos, de modo que se não pode, com base nas suas afirmações, estabe-

lecer uma comparação precisa entre o número de sucessos e o de fracassos.

«Um meio muito eficaz de controle consiste em submeter um mesmo problema a vários radiestesistas: é evidente que, se as suas respostas são discordantes, a sua ciência não merece este nome. Lumiére, tendo, primeiro, tomado para controle a identificação dos sexos, pelas fotografias, verificou que, para 100 fotografias de ratinhos brancos examinados por três «pendulistas» operando independentemente, houve as seguintes discordâncias: entre o 1.º e o 2.º operador, 42 vezes em 100; entre o 1.º e o 3.º; 43 vezes em 100; entre o 1.º, o 2.º e o 3.º, 54 vezes em 100. Em seguida, um radiestesista a quem foram entregues fotografias de bébés de uma creche de Lyon, exclusivamente escolhidas do sexo feminino, diagnosticou 44 % de rapazes e 56 % de raparigas.

Do ponto de vista médico, as fotografias de quatro indivíduos reconhecidos de perfeita saúde foram indicados como pertencendo a indivíduos atingidos respectivamente de: uma doença de fígado, uma doença de estômago, uma doença de coração e uma afecção dos rins. O mesmo radiestesista, recebendo mais 4 fotografias de um mesmo indivíduo vestido com uma blusa preta e mascarado, julgou tratar-se de quatro indivíduos para os quais forneceu quatro diagnósticos diferentes.

«Noutra série de controles, baseado em manchas de sangue fornecidos por doentes, Lumiére submeteu ao radiestesista trinta manchas de sangue, provenientes cada grupo de três manchas de um mesmo doente, tomadas na mesma altura e depositadas sobre o mesmo papel e com o mesmo instrumento; a resposta para as três manchas de um tísico, sem outra doença conhecida foi que a primeira mancha denotava sífilis, a segunda o cancro e a terceira difteria.

Lumiére, dirigiu-se, em seguida a um técnico que afirmava poder determinar a composição de substâncias químicas minerais encerradas em tubos selados. Foram-lhe entregues doze tubos, dos quais seis continham ácido metaestanico mais ou menos pulverulento, três sulfato de estrôncio e três fosfato tricálcico; todas as respostas foram completamente erradas.

Lumiére concluiu que, sem negar à priori a possibilidade dos fenómenos radiestésicos, não pode, presentemente, dar valor a resultados que são, na realidade, devidos a coincidências felizes e a certas intuições dos radiestesistas mais hábeis, que lhes permitem, por vezes, encontar respostas exactas.

* * *

Citarei, finalmente, um artigo publicado no Boletim de Minas de 1934, intitulado «Prospecção e Pesquisas Mineiras», onde o seu autor, Eng.º Almeida Torres, afirma a págs. 3:

Das experiências realizadas durante cinco dias na «Preussiche Geologische Landesanstalt», o instituto geológico mais importante da Alemanha, chegou-se à conclusão de que não foi possível, uma única vez sequer, verificar qualquer relação entre as substâncias minerais e a varinha de condão na mão do rabdomante».

* * *

As transcrições atrás referem-se, como vimos, a experiências que contribuiram para mostrar que os resultados conseguidos pelos processos radiestésicos são, quando devidamente controlados, os que poderiam esperar-se pela aplicação do cálculo das probabilidades.

É certo que em dois dos artigos citados se trata também de um campo de aplicação da radiestesia com o qual os engenheiros e geólogos não têm contacto profissional, ou seja os diagnósticos clínicos, e que, portanto, à primeira vista, pareceria não dever merecer a nossa atenção.

No entanto, não deve ser esquecido que a radiestesia é utilizada indiferentemente para pesquisas várias e diagnósticos clínicos por praticantes que sob o ponto de vista moral estão fora de toda a suspeita, e isso mesmo acontece no nosso País onde, como se diz, um radiestesista, e dos mais conhecidos, se não o mais conhecido, «especializado» em águas subterrâneas, também diagnostica.

Por conseguinte, o problema é apenas um e o que acontece é que, inevitàvelmente, tanto os médicos por um lado, como os geólogos e engenheiros por outro, dão relevo muitíssimo maior aos factos que se passam na própria profissão, não só por interesse profissional mas também por desconhecerem pràticamente o que se passa nas outras.

Em meu entender, é de grande importância

que se conheçam opiniões fundamentadas e dignas de crédito em todos os ramos em que a radiestesia é utilizada.

É curioso que na classe médica muitos indíviduos há que conferem certo grau de veracidade à radiestesia na prospecção das águas subterrâneas, embora o neguem peremptòriamente quando aplicada aos diagnósticos clínicos.

Ainda que em grau bastante menos pronunciado passa-se com os engenheiros um facto semelhante. Por não disporem de elementos suficientes sobre assuntos que não são da sua especialidade, alguns engenheiros mantêm certa reserva quanto à utilidade da radiestesia nesses casos; mas se se tratar da matéria que lhes é familiar, é inevitável que garantirão imediatamente a sua ineficácia.

Isso mesmo se verifica com os tratadistas que vêem a radiestesia à luz do problema que principalmente os absorve: geo-hidrologia, geofísica, propecção mineira. Os outros assuntos, quando se lhes faz referência, são tratados bastante vagamente e sem a mesma firmeza.

A propósito não deixarei de citar um episódio curioso e elucidativo passado num grupo de colegas de várias especialidades onde se falava sobre radiestesia.

Segundo um dos presentes, determinado indivíduo afirmava ter descoberto com a varinha os locais exactos onde passavam condutas de água e cabos enterrados de alta tensão.

Um dos colegas, que se limitara desde o princípio simplesmente a ouvir, com aspecto de quem não acredita muito mas de quem também não tem grande vontade nem interesse em saber o que de verdade há no assunto, entra inesperadamente na discussão, ao falar-se em condutores eléctricos, afirmando convicta e categòricamente que quanto aos canos não sabia, mas que quanto aos condutores isso era impossível porque estes eram protegidos por uma camada de chumbo que impedia em absoluto a existência de um campo eléctrico exterior.

Escusado seria acrescentar que se tratava de um engenheiro electrotécnico.

Poderá, também, perguntar-se por que motivo se deu tanta importância a «tests» de radiestesia a distância, a chamada teleradiestesia, em que o operador actua sobre fotografias, plantas ou desenhos, já que poderá parecer fora de dúvida que os factos deverão ser diferentes quando os radiestesistas actuem no local. Efectivamente, se se alguns engenheiros existem que julgam haver qualquer fundo de verdade na radiestesia, creio que não é conhecido nenhum que dê valor às determinações à distância.

Responderei, como atrás, que os radiestesistas que trabalham duma e doutra maneira são afinal os mesmos e que, num e noutro caso, o fenómeno se manifesta para eles de igual maneira, e só assim se compreende que haja radiestesistas que se prestem à execução de experiências controladas de teleradiestesia — facto abonatório da sua boa fé. Este é, de resto, mais um argumento em favor da teoria psico-fisiológica.

3 — A Radiestesia e a Geofísica

O prof. Heiland, autor de um dos melhores tratados de geofísica, abre a sua edição de 1951, a pág. 3, afirmando que a diferença fundamental entre a Geofísica e a radiestesia reside no facto de aquela se não apoiar em processos mágicos ou sobrenaturais. Ela utiliza, no seu dizer, fenómenos que podem ser inteiramente interpretados pelas leis fundamentais da Física, e medidos e verificados seja por quem for que utilize instrumentos apropriados. Ali não entram em conta as reacções psicológicas do indíviduo, ao contrário do que acontece com a varinha mágica cujos méritos científicos nuncam foram estabelecidos. Contràriamente ao que sucede com os instrumentos geofísicos, a varinha raras vezes dá idênticas indicações no mesmo local para diferentes operadores.

* * *

É importantíssimo, e não pode deixar de ter-se na devida conta, o facto de as variadíssimas empresas que se dedicam aos trabalhos de prospecção geofísica da água não terem, já de há muito, estudado convenientemente a construção de instrumentos de medida do agente físico que a radiestesia pretende utilizar — se ele existisse —. Bem se compreendem os préstimos inestimáveis que tais instrumentos teriam, sabendo-se que, no estado actual, os casos em que a Geofísica se pode empregar na pesquisa de águas subterrâneas são restritos e os êxitos escassos. Mas é que entre a Geofísica e a radiestesia há um imenso abismo, como pode ver-se pelos factos a seguir focados.

1 — Os métodos geofísicos de prospecção poderiam agrupar-se em duas grandes categorias:

1.ª — Os que aproveitam a existência de um campo físico natural, ou sejam o método magnético, o gravimétrico, o de radioactividade e o de polarização espontânea;

2.ª — Os que necessitam da criação de um campo artificial, como sejam o sísmico, o electro-magnético e o eléctrico de resistividade.

Os métodos aplicáveis à prospecção da água são, fundamentalmente, os da 2.ª categoria, ainda que o gravimétrico também seja, por vezes, utilizado. Ao contrário, a radiestesia se fosse um método geofísico — entraria na 1.ª categoria citada.

2 — Em quase todos os casos os métodos geofísicos prospectam estruturas favoráveis à concentração das águas subterrâneas, e só muito raramente indicam a presença da própria água.

Pelo contrário, a radiestesia pretende revelar directamente essa presença.

3 — Os métodos geofísico tornam-se, por regra, muito difíceis e laboriosos quando o número de camadas interessadas ultrapassa dois ou três, ou quando se está em presença de qualquer formação que origina um campo idêntico ao que é criado pela formação aquífera. Ao contrário, a radiestesia despreza o número e a natureza das camadas suprajacentes àquela que pretende detectar, indo até ao ponto de pretender revelar, numa mesma vertical, a presença de duas, três ou mais camadas aquíferas, as quais lògicamente, deveriam emitir o mesmo tipo de radiação».

4 — Na prospecção geofísica os resultados de observações efectuadas sobre pontos de uma camada aquífera são idênticos — desde que não haja variação apreciável da propriedade física de que se lançou mão para identificar o jazigo. Na radiestesia, porém, tudo se passa de outra maneira. Sobre pontos da mesma camada aquífera, os resultados são *sempre* diferentes, pois o radiestesista consegue encontrar um ou vários sítios ideais para se efectuarem as pesquisas, mesmo naqueles casos em que os trabalhos vêm posteriormente pôr em evidência uma perfeita regularidade das formações aquíferas em apreciável extensão — facto que se verifica com bastante frequência.

5 — Todos os métodos geofísicos, mesmo o magnético e o de radioactividade, medem funções de um determinado campo físico geralmente comum a várias formações. Um estudo geológico cuidadoso poderá eliminar algumas das possíveis causas de uma mesma anomalia; mas, apesar disso, muitas vezes a dúvida subsiste e a interpretação fica prejudicada. A radiestesia, bem ao contrário, pretende detectar para cada caso uma propriedade intrínseca e inconfundível. Pretende poder localizar camadas aquíferas, mas também encontrar, no seio delas, jazigos minerais ou tesouros escondidos; pretende distinguir, uma das outras, diferentes espécies mineralógicas ou variedades de vinhos; pretende descobrir desaparecidos e revelar criminosos ou mentirosos, mesmo na presença de doentes, mas também diagnosticar doenças mesmo na presença de mentirosos ou criminosos; pretende, enfim, ser capaz das coisas mais variadas e absurdas.

Mas como será isso possível?

Os radiestesistas não sabem responder. Só sabem que a vara e o pêndulo «acusam» aquilo que eles procuram, seja um corpo material ou um facto abstracto. Talvez nós possamos responder-lhes: os radiestesistas detectam tudo aquilo que absorver a sua atenção, tudo aquilo em que se encontrarem, abstraindo do mundo exterior, tudo aquilo que o seu psíquico ordenar aos seus músculos que detectem. É a conclusão lógica. É, afinal, uma confirmação da teoria psico-fisiológica.

4 — Algumas opiniões mais

O assunto já teve a honra de merecer a atenção dos Serviços Geológicos dos Estados Unidos da América, os quais publicaram em 1917 o seu «Water-Supply Paper 416» exclusivamente destinado a fazer a história da varinha e do pêndulo. Na descrição, resumida, aliás, que se es-

tende por 19 páginas em caracteres miúdos, citam-se as principais fases por que o assunto passou. Verifica-se que, tendo os respectivos instrumentos sido utilizados pelos medos e pelos persas, a radiestesia deu lugar, desde 1532 até 1916, a cerca de 600 publicações. Nada menos de 28 páginas ocupa a bibliografia ali citada.

A introdução, feita por O. E. Meinzer, ao tempo chefe da «Ground Water Division» do U. S. Geological Survey, reza assim:

«O uso de um ramo em forma de forquilha, a chamada vara que adivinha, para localizar minerais, encontrar tesouros escondidos ou descobrir criminosos é uma curiosa superstição que foi um assunto de discussão desde meados do século XVI e ainda tem fortes raízes na mente popular, mesmo neste País, como se vê pelo grande número de perguntas recebidas todos os anos pelo U. S. Geological Survey quanto à sua eficácia, especialmente para localizar águas subterrâneas, e os persistentes pedidos de que se façam investigações pelo «Survey». A bibliografia mostra que foi escrito sobre o assunto um número verdadeiramente espantoso de livros e folhetos. O fim da presente publicação não é juntar outra contribuição a este enorme volume de literatura extraordinária mas apenas fornecer uma resposta às numerosas perguntas que continuamente estão sendo recebidas de todas as partes do País. O esboço da história do assunto apresentado nas páginas seguintes permitirá provàvelmente habilitar os mais honestos inquiridores a apreciar a falta de uso prático de «adivinhar água» e outras aplicações da vara mágica, mas aqueles que quiserem penetrar mais profundamente nos mistérios do assunto poderão consultar a literatura citada na bibliografia, na qual encontrarão relatórios com laboriosos pormenores de investigações e pseudo-investigações de todas as fases do assunto e todas as imagináveis explicações do suposto fenómeno.

É duvidoso se tanta investigação e discussão teve lugar sobre qualquer outro assunto com tão absoluta falta de resultados positivos. É difícil ver como para fins práticos o assunto possa estar mais completamente desacreditado, e devia ser obvio para todos que quaisquer experiências levadas a cabo pelo «U. S. Geological Survey» sobre os processos para adivinhar água, petróleo ou outros minerais seria um desperdício de fundos públicos.

Um grande número dos mais complicados aparelhos para localizar água ou outros minerais estão estreitamente relacionados com a forquilha. Um estratagema favorito para chamar a atenção de pessoas sem cultura e ainda para tornar a impugnação impossível consiste em considerar como princípio em que assenta o aparelho algum fenómeno recem-descoberto e vagamente compreendido, como, por exemplo, radioactividade. Muitos de tais aparelhos existiram desde o século XVII e quase sem excepção as reclamações apresentadas sobre eles são muito numerosas. Se algum instrumento verdadeiro fosse inventado os seus méritos seriam, sem dúvida, reconhecidos a tempo, como o têm sido as de outras reais invenções. A agulha magnética usada na prospecção de minérios de ferro não está, é claro, incluída nesta categoria de instrumentos falsos.»

* * *

Relativamente aos autores mencionados na publicação que estou a referir-me, quero apenas fazer duas referências: a primeira, a Paracelsus e a Agricola (autor, como se sabe, do célebre livro «De Re Metálica») os quais já condenavam o uso da vara de condão, considerando a sua utilização uma prática inútil e supersticiosa; a segunda, a R. W. Raymond que, em 1883 escrevia as seguintes palavras que o «Water-Supply-Paper» considera um epitáfio de alta retórica:

«Os seus apelos (da vara) para virtudes derivadas de Deus, de Satanás, de afinidades, e simpatias, de eflúvios corpusculares de correntes eléctricas, de qualidades passivas perturbadoras, de forças organo-eléctricas, foram desacreditados e rejeitados sem remédio. Uma vasta literatura que nos fica sobre o assunto, revela-nos fraudes de charlatães, maravilhosos contos para tolos e distracção para antiquários; aliás só serve para constituir uma parte da «História dos Erros Humanos», de Caxton. E a esfera da varinha foi diminuindo na sua autoridade. Num departamento após outro foi considerada inútil. Mesmo no único emprego que lhe resta com qualquer aparência de razão, ela não representa nada se não for manejada por mãos hábeis e quem quer que possua essa habilidade pode dispensar a vara. Ela pertence, com o pêndulo mágico, aos brinquedos de crianças. Ou, se ela merecer a atenção de

cientistas, são os estudiosos de psicologia e biologia, não os de geologia, hidroscopia e ciência de jazigos minerais, que poderão proveitosamente tomá-la em consideração».

* * *

C. F. Tolman, professor de Geologia Económica da Universidade de Stanford, Califórnia, e autor do conhecido tratado «Ground Water», escreve a pág. 22 e 23 da sua edição de 1937:

«Muitas pessoas acreditam ainda que a «magical forked witch stick» é capaz de indicar correntes de água subterrânea e se torce realmente nas mãos do operador para atingir aquele objectivo».

Estas superstições populares são exemplos de aptidão para acreditar sem os fundamentos dos factos e esta aptidão singular existe tanto na mente de indivíduos cultos com na de incultos».

* * *

Vejamos o que diz Maurice Gignoux, Prof. de Geologia na Universidade de Grenoble (Enquête sur la Radiesthesie, pág. 131):

«Na minha qualidade de colaborador principal ao Serviço da Carta Geológica de França, tenho de controlar as pesquisas e projectos de adução de águas potáveis das comunas de vários departamentos.

«Por este motivo, tenho tido muito raramente contactos com pessoas qualificadas de «vedores»; mais frequentemente tenho examinado trabalhos de pesquisas tomadas anteriormente sob as indicações dos vedores.

«Estas experiências pessoais levam-me à convicção de que os fenómenos de «radiestesia» invocados pelos vedores e os seus aparelhos (varinhas, engenhos mais ou menos misteriosos, pêndulos, etc.) não correspondem absolutamente a nenhuma realidade.

«Alguns sucessos obtidos pelos vedores explicam-se, quanto a mim, quer pelo acaso, quer porque alguns entre eles raciocinam, como os geólogos, de acordo com os indícios tirados do aspecto e da natureza geológica do subsolo, e não se servem das suas varas e dos seus pêndulos senão para se imporem ao seu público.

«Os casos de insucessos, dos quais ninguém tem interesse em falar (nem os vedores nem as suas vítimas) são extraordinàriamente numerosos e tem sido a causa de despesas enormes feitas por muitas comunas absolutamente em pura perda.

«Em resumo, a questão não me parece mesmo valer a pena ser discutida».

* * *

Também o Eng.º Maxime Menelle, a pág. 56 do seu livro «Guide de l'eau et de l'Assainissemant», de 1934, afirma não assentarem os processos radiestésicos em nenhum princípio científico certo, e que a par dos sucessos verificados há que ter em conta que numerosos fracassos se registam também. Após aconselhar circunspecção na aceitação dos resultados anunciados, cita o abade Paramelle, o qual era de opinião que a vara não podia servir para nada na indicação de fontes.

* * *

A propósito da afirmação feita por Maxime Menelle de que os processos radiestésicos não assentam em nenhum princípio científico julgo oportuno citar que foi oferecido pela União Católica dos Engenheiros Franceses muito antes da última guerra, um prémio de 5.000 francos para quem pudesse provar cientìficamente a eficácia do pêndulo. Tal prémio ainda não pôde ser atribuído. A notícia vem mencionada no jornal do Médico de 21 de Março de 1935, a pág. 699, a propósito do julgamento de um construtor de aparelhos radiestésicos. Este foi condenado e o Ministério Público, concluiu, em face de depoimentos dignos de crédito que «os que crêem na eficácia da radiestesia são vítimas de uma aberração colectiva».

* * *

A pág. 35 do n.º 103, de 13 de Julho de 1955, da revista «La Technique de l'Eau et de l'Assainissement» o eng.º René Colas, membro da Câmara dos Engenheiros Consultores de França e Director da Associação Francesa para o Estudo das Águas, depois de afirmar que durante 20 anos se manteve numa atitude de prudente reserva, sem emitir opinião pró ou contra mas documentando-se pormenorizadamente sobre o assunto, conclui por considerar a radiestesia como um facto mas sem qualquer relação com a existência

de água, metais, minérios, acidentes geológicos, etc. O mistério mantém-se, para ele, mas não lhe ficam dúvidas de que não é possível, em grande número de casos, conjugar as indicações radiestésicas com a água subterrânea ou com uma modificação do terreno.

Citando que, em certos casos, a probabilidade de encontrar a circulação subterrânea é de 1 para 2 ou de 3 para 4, declara que a vara pode muito bem, com o mesmo operador, não reagir absolutamente num local onde indubitàvelmente a circulação existe. No mesmo dia, como verificou, ela pode reagir muitas vezes em países acidentados, rochosos (tipo Vosges) e de modo nenhum reagir em regiões planas aluvionares repletas de água.

* * *

Léon Moret, Prof. de Geologia na Faculdade de Ciências de Grenoble, começando por esclarecer (Enquête sur la Radiesthesie, pág. 133) que controla há quinze anos os trabalhos de adução de água em várias comunas, as quais são obrigadas a apresentar, para a execução destas obras, um relatório elaborado por um geólogo oficial, escreve a terminar:

«... sou forçado a concluir que as previsões dos vedores, em matéria de pesquisas de água, tanto no que se refere à presença, profundidade das toalhas ou das correntes subterrâneas, como à sua produtividade, são *quase sempre desmentidas pelos factos e não podem ser de nenhuma utilidade prática.*

O pretenso poder dos vedores não funciona utilmente quando se trata de entrar no desconhecido, isto é, descobrir e interpretar circulações aquíferas ignoradas de toda a gente.

Depois de afirmar que alguns sucessos de radiestesistas deverão explicar-se pelo facto de o operador possuir algumas noções de geologia e ser dotado de espírito de observação e bom senso, acrescenta:

Não se trata de querer impedir que as comunas consultem os vedores se julgam isso conveniente, mas não é menos certo que esta intervenção pode por vezes arrastá-las a trabalhos consideráveis, inadequados e sempre muito custosos, e isso é deplorável».

* * *

Abrard, sub-director do Laboratório de Geologia do Museu de História Natural, inicia assim a sua resposta ao mesmo inquérito:

«No decorrer do estudo de numerosíssimos projectos de adução de água das comunas, levado a cabo durante os últimos doze anos em vários departamentos, tive muitas vezes ocasião de ver operar vedores. Muito mais vezes ainda tive de me pronunciar sobre os locais de pesquisas de água que eles propunham e de conhecer resultados obtidos. Digamos imediatamente que estes são muito falíveis e que a proporção dos fracassos é, em média, de 80 %».

Afirma de seguida, que o que vem falsear as ideias é o reclame dado aos sucessos a par do silêncio que se faz sobre os casos falhados.

Sem pôr em dúvida o movimento da vara, acrescenta, contudo, que pôde verificar muitas vezes que ela não acusava nenhum movimento sobre verdadeiras correntes de água enquanto que pesquisas conduzidas em locais onde ela se elevava violentamente, ficavam estéreis.

Explica, igualmente, alguns sucessos pelo conhecimento que os vedores possam ter de geologia e geo-hidrologia, e outros, nos casos das toalhas aquíferas contínuas, pela própria natureza das formações, pois o mais difícil é não acertar. Contudo acrescenta:

«Nos casos difíceis, aqueles de pesquisas de circulação de água nas fissuras dos calcáreos, por exemplo, não conheço casos em que a vara tenha dado resultados convincentes».

* * *

Entre outras individualidades responsáveis que, além das já referidas, se pronunciam na «Enquête sur la Radiesthesie», citarei as seguintes:

Weckel, engenheiro de pontes e calçadas na Direcção de Obras Públicas, Caminhos de Ferro e Minas de Argélia; Felix Kaisin, Professor de Geologia na Faculdade de Ciências de Louvain; Marcell Boll, professor agregado e doutor em Ciências; Robert Brunschwig, engenheiro do corpo de minas e especialista em questões petrolíferas; Paul Lemoine, Professor de Geologia no Museu de História Natural.

Todos consideram a radiestesia destituída de valor e fundamento. Alguns citam exemplos de que têm conhecimento, afirmando que a percentagem de casos negativos anda pelos 80 %; alguns consideram que a consulta a radiestesistas oferece menos garantias que as que são oferecidas por uma moeda lançada ao ar; outros